

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

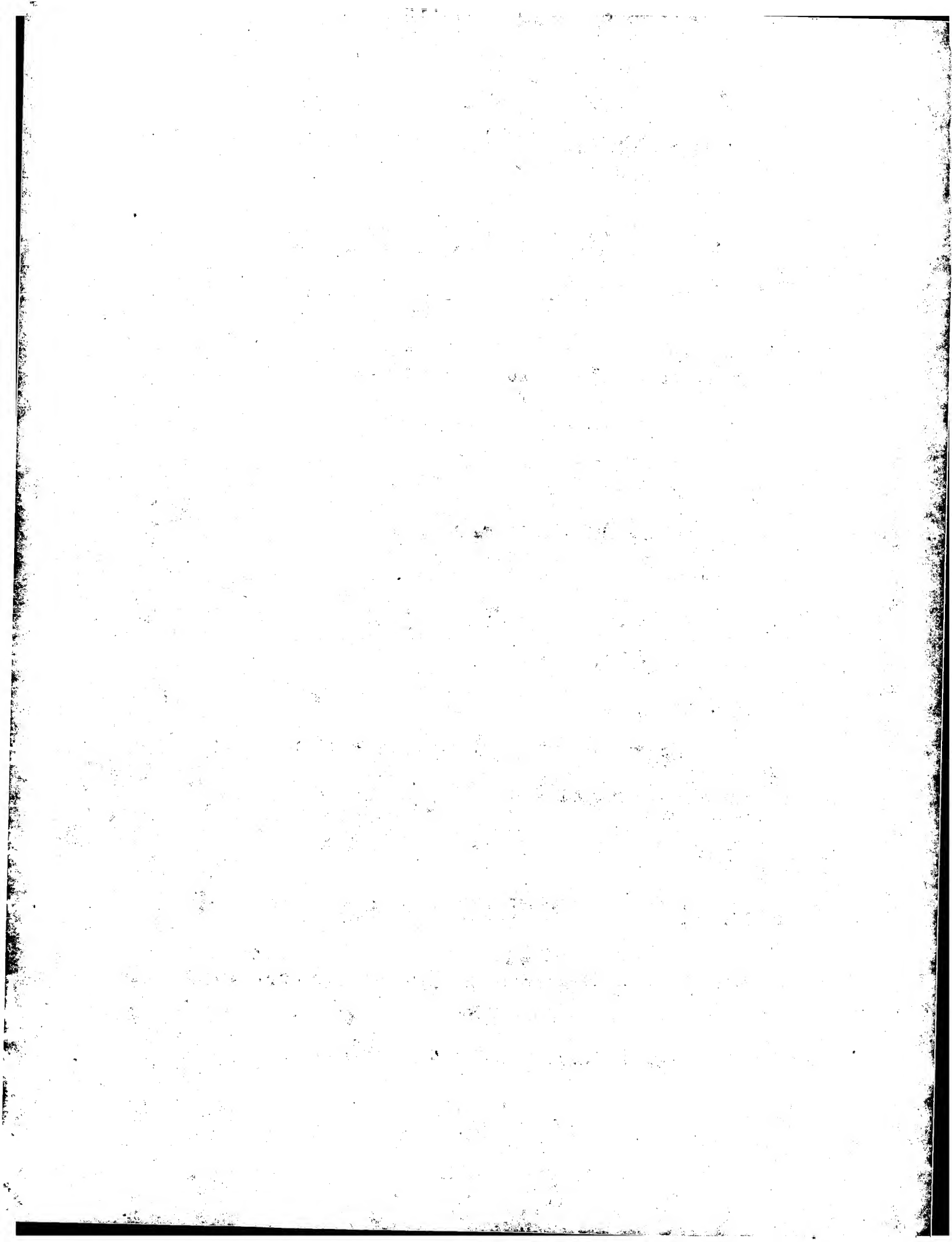
Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-8208

(P2002-8208A)

(43) 公開日 平成14年1月11日 (2002.1.11)

(51) IntCl.⁷

識別記号

F I

キーワード (参考)

G 1 1 B 5/31

G 1 1 B 5/31

C 5 D 0 3 3

D 5 D 0 3 4

F

K

5/39

5/39

審査請求 未請求 請求項の数28 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号

特願2000-186779(P2000-186779)

(22) 出願日

平成12年6月21日 (2000.6.21)

(71) 出願人 000003067

ティーディーケー株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72) 発明者 佐々木 芳高

東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティーディーケー株式会社内

(72) 発明者 大山 信也

東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティーディーケー株式会社内

(74) 代理人 100107559

弁理士 星宮 勝美

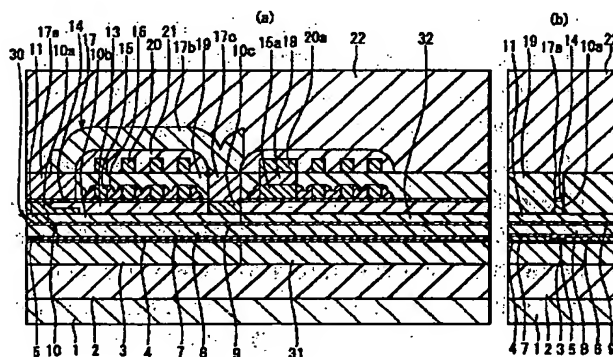
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 誘導型電磁変換素子の磁極部分を精度よく形成すると共に、記録すべき領域以外の領域へのデータの書き込みを防止する。

【解決手段】 記録ヘッドは、下部磁極層10および上部磁極層17と、磁極層10、17の各磁極部分の間に設けられた記録ギャップ層14と、少なくとも一部が磁極層10、17の間に、2つの磁極層10、17に対して絶縁された状態で配設された薄膜コイル15、20とを有している。下部磁極層10と上部磁極層17は、それぞれ、磁極部分層10a、17aとヨーク部分層10b、17bとを有している。各ヨーク部分層10b、17bのエアベアリング面30側の端部はエアベアリング面30から離れた位置に配置されている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 記録媒体に対向する媒体対向面と、互いに磁気的に連結され、前記媒体対向面側において互いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも 1 つの層を含む第 1 および第 2 の磁性層と、前記第 1 の磁性層の磁極部分と前記第 2 の磁性層の磁極部分との間に設けられたギャップ層と、少なくとも一部が前記第 1 および第 2 の磁性層の間に、前記第 1 および第 2 の磁性層に対して絶縁された状態で設けられた薄膜コイルとを備えた薄膜磁気ヘッドであって、

前記第 1 の磁性層は、一方の面が前記ギャップ層に隣接し、第 1 の磁性層における磁極部分を含む第 1 の磁極部分層と、前記第 1 の磁極部分層の他方の面に接続され、第 1 の磁性層におけるヨーク部分となる第 1 のヨーク部分層とを有し、

前記第 2 の磁性層は、一方の面が前記ギャップ層に隣接し、第 2 の磁性層における磁極部分を含む第 2 の磁極部分層と、前記第 2 の磁極部分層の他方の面に接続され、第 2 の磁性層におけるヨーク部分となる第 2 のヨーク部分層とを有し、

前記第 1 のヨーク部分層と前記第 2 のヨーク部分層の各媒体対向面側の端部は、それぞれ媒体対向面から離れた位置に配置されていることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項 2】 前記第 1 の磁極部分層と前記第 2 の磁極部分層は、それぞれ、一端が媒体対向面に配置された、トラック幅に等しい幅を有する部分を含むことを特徴とする請求項 1 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 3】 前記第 1 の磁極部分層と前記第 2 の磁極部分層の少なくとも一方は、一端が媒体対向面に配置され、トラック幅に等しい幅を有する第 1 の部分と、前記第 1 の部分よりも媒体対向面とは反対側に配置され、トラック幅よりも大きい幅を有する第 2 の部分とを含むことを特徴とする請求項 1 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 4】 更に、前記第 1 の磁極部分層と前記第 2 の磁極部分層の一方に形成され、スロートハイトを規定するためのスロートハイト規定用絶縁層を収納する絶縁層収納部と、前記絶縁層収納部に収納されたスロートハイト規定用絶縁層とを備えたことを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 5】 前記薄膜コイルの少なくとも一部は、前記第 1 の磁極部分層の側方に配置されていることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 6】 更に、前記第 1 の磁極部分層の側方に配置された薄膜コイルの少なくとも一部を覆い、前記ギャップ層側の面が前記第 1 の磁極部分層におけるギャップ層側の面と共に平坦化されたコイル絶縁層を備えたことを特徴とする請求項 5 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 7】 前記薄膜コイルの少なくとも一部は、前

2

記第 2 の磁極部分層の側方に配置されていることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 8】 更に、前記第 2 の磁極部分層の側方に配置された薄膜コイルの少なくとも一部を覆い、前記第 2 のヨーク部分層側の面が前記第 2 の磁極部分層における第 2 のヨーク部分層側の面と共に平坦化されたコイル絶縁層を備えたことを特徴とする請求項 7 記載の薄膜磁気ヘッド。

10 【請求項 9】 記録媒体に対向する媒体対向面と、互いに磁気的に連結され、前記媒体対向面側において互いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも 1 つの層を含む第 1 および第 2 の磁性層と、前記第 1 の磁性層の磁極部分と前記第 2 の磁性層の磁極部分との間に設けられたギャップ層と、少なくとも一部が前記第 1 および第 2 の磁性層の間に、前記第 1 および第 2 の磁性層に対して絶縁された状態で設けられた薄膜コイルとを備えた薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、

前記第 1 の磁性層を形成する工程と、
20 前記第 1 の磁性層の上に前記ギャップ層を形成する工程と、

前記ギャップ層の上に前記第 2 の磁性層を形成する工程と、

少なくとも一部が前記第 1 および第 2 の磁性層の間に、この第 1 および第 2 の磁性層に対して絶縁された状態で配置されるように、前記薄膜コイルを形成する工程とを備え、

前記第 1 の磁性層を形成する工程は、一方の面が前記ギャップ層に隣接し、第 1 の磁性層における磁極部分を含む第 1 の磁極部分層と、前記第 1 の磁極部分層の他方の面に接続され、第 1 の磁性層におけるヨーク部分となる第 1 のヨーク部分層とを形成し、且つ前記第 1 のヨーク部分層の媒体対向面側の端部を媒体対向面から離れた位置に配置し、

前記第 2 の磁性層を形成する工程は、一方の面が前記ギャップ層に隣接し、第 2 の磁性層における磁極部分を含む第 2 の磁極部分層と、前記第 2 の磁極部分層の他方の面に接続され、第 2 の磁性層におけるヨーク部分となる第 2 のヨーク部分層とを形成し、且つ前記第 2 のヨーク部分層の媒体対向面側の端部を媒体対向面から離れた位置に配置することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 10】 前記第 1 の磁極部分層と前記第 2 の磁極部分層は、それぞれ、一端が媒体対向面に配置された、トラック幅に等しい幅を有する部分を含むことを特徴とする請求項 9 記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 11】 前記第 1 の磁極部分層と前記第 2 の磁極部分層の少なくとも一方は、一端が媒体対向面に配置され、トラック幅に等しい幅を有する第 1 の部分と、前記第 1 の部分よりも媒体対向面とは反対側に配置され、

3

トラック幅よりも大きい幅を有する第2の部分とを含むことを特徴とする請求項9記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項12】 更に、前記第1の磁極部分層と前記第2の磁極部分層の一方に対して、スロートハイトを規定するためのスロートハイト規定用絶縁層を収納する絶縁層収納部を形成する工程と、前記絶縁層収納部に収納されるようにスロートハイト規定用絶縁層を形成する工程とを備えたことを特徴とする請求項9ないし11のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項13】 前記薄膜コイルを形成する工程は、前記薄膜コイルの少なくとも一部を前記第1の磁極部分層の側方に配置することを特徴とする請求項9ないし12のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項14】 更に、前記第1の磁極部分層の側方に配置された薄膜コイルの少なくとも一部を覆い、前記ギャップ層側の面が前記第1の磁極部分層におけるギャップ層側の面と共に平坦化されたコイル絶縁層を形成する工程を備えたことを特徴とする請求項13記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項15】 前記薄膜コイルを形成する工程は、前記薄膜コイルの少なくとも一部を前記第2の磁極部分層の側方に配置することを特徴とする請求項9ないし12のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項16】 更に、前記第2の磁極部分層の側方に配置された薄膜コイルの少なくとも一部を覆い、前記第2のヨーク部分層側の面が前記第2の磁極部分層における第2のヨーク部分層側の面と共に平坦化されたコイル絶縁層を形成する工程を備えたことを特徴とする請求項15記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項17】 記録媒体に対向する媒体対向面と、磁気抵抗素子と、前記媒体対向面側の一部が前記磁気抵抗素子を挟んで対向するように配置され、前記磁気抵抗素子をシールドする第1および第2のシールド層とを有する再生ヘッドと、

互いに磁気的に連結され、前記媒体対向面側において互いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層を含む第1および第2の磁性層と、前記第1の磁性層の磁極部分と前記第2の磁性層の磁極部分との間に設けられたギャップ層と、少なくとも一部が前記第1および第2の磁性層の間に、前記第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で設けられた薄膜コイルとを有する記録ヘッドとを備え、

前記第1および第2の磁性層のうち、第1の磁性層が再生ヘッド側に配置された薄膜磁気ヘッドであって、前記第1の磁性層は、一方の面が前記ギャップ層に隣接し、第1の磁性層における磁極部分を含む磁極部分層と、前記磁極部分層の他方の面に接続され、第1の磁性層におけるヨーク部分となるヨーク部分層とを有し、前記ヨーク部分層の媒体対向面側の端部は媒体対向面か

4

ら離れた位置に配置されていることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項18】 前記磁極部分層は、一端が媒体対向面に配置された、トラック幅に等しい幅を有する部分を含むことを特徴とする請求項17記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項19】 前記磁極部分層は、一端が媒体対向面に配置され、トラック幅に等しい幅を有する第1の部分と、前記第1の部分よりも媒体対向面とは反対側に配置され、トラック幅よりも大きい幅を有する第2の部分とを含むことを特徴とする請求項17記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項20】 更に、前記磁極部分層に形成され、スロートハイトを規定するためのスロートハイト規定用絶縁層を収納する絶縁層収納部と、前記絶縁層収納部に収納されたスロートハイト規定用絶縁層とを備えたことを特徴とする請求項17ないし19のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項21】 前記薄膜コイルの少なくとも一部は、前記磁極部分層の側方に配置されていることを特徴とする請求項17ないし20のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項22】 更に、前記磁極部分層の側方に配置された薄膜コイルの少なくとも一部を覆い、前記ギャップ層側の面が前記磁極部分層におけるギャップ層側の面と共に平坦化されたコイル絶縁層を備えたことを特徴とする請求項21記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項23】 記録媒体に対向する媒体対向面と、磁気抵抗素子と、前記媒体対向面側の一部が前記磁気抵抗素子を挟んで対向するように配置され、前記磁気抵抗素子をシールドする第1および第2のシールド層とを有する再生ヘッドと、互いに磁気的に連結され、前記媒体対向面側において互いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層を含む第1および第2の磁性層と、前記第1の磁性層の磁極部分と前記第2の磁性層の磁極部分との間に設けられたギャップ層と、少なくとも一部が前記第1および第2の磁性層の間に、前記第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で設けられた薄膜コイルとを有する記録ヘッドとを備え、

前記第1および第2の磁性層のうち、第1の磁性層が再生ヘッド側に配置された薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、

前記再生ヘッドを形成する工程と、前記第1の磁性層を形成する工程と、前記第1の磁性層の上に前記ギャップ層を形成する工程と、前記ギャップ層の上に前記第2の磁性層を形成する工程と、

少なくとも一部が前記第1および第2の磁性層の間に、この第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で

5

配置されるように、前記薄膜コイルを形成する工程とを備え、

前記第1の磁性層を形成する工程は、一方の面が前記ギャップ層に隣接し、第1の磁性層における磁極部分を含む磁極部分層と、前記磁極部分層の他方の面に接続され、第1の磁性層におけるヨーク部分となるヨーク部分層とを形成し、且つ前記ヨーク部分層の媒体対向面側の端部を媒体対向面から離れた位置に配置することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項24】 前記磁極部分層は、一端が媒体対向面に配置された、トラック幅に等しい幅を有する部分を含むことを特徴とする請求項23記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項25】 前記磁極部分層は、一端が媒体対向面に配置され、トラック幅に等しい幅を有する第1の部分と、前記第1の部分よりも媒体対向面とは反対側に配置され、トラック幅よりも大きい幅を有する第2の部分とを含むことを特徴とする請求項23記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項26】 更に、前記磁極部分層に対して、スロートハイトを規定するためのスロートハイト規定用絶縁層を収納する絶縁層収納部を形成する工程と、前記絶縁層収納部に収納されるようにスロートハイト規定用絶縁層を形成する工程とを備えたことを特徴とする請求項23ないし25のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項27】 前記薄膜コイルを形成する工程は、前記薄膜コイルの少なくとも一部を前記磁極部分層の側方に配置することを特徴とする請求項23ないし26のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項28】 更に、前記磁極部分層の側方に配置された薄膜コイルの少なくとも一部を覆い、前記ギャップ層側の面が前記磁極部分層におけるギャップ層側の面と共に平坦化されたコイル絶縁層を形成する工程を備えたことを特徴とする請求項27記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、少なくとも誘導型電磁変換素子を有する薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、ハードディスク装置の面記録密度の向上に伴って、薄膜磁気ヘッドの性能向上が求められている。薄膜磁気ヘッドとしては、書き込み用の誘導型電磁変換素子を有する記録ヘッドと読み出し用の磁気抵抗（以下、MR (Magnetoresistive) とも記す。）素子を有する再生ヘッドとを積層した構造の複合型薄膜磁気ヘッドが広く用いられている。

【0003】 ところで、記録ヘッドの性能のうち、記録

6

密度を高めるには、磁気記録媒体におけるトラック密度を上げる必要がある。このためには、記録ギャップ層を挟んでその上下に形成された下部磁極および上部磁極のエアベアリング面での幅を数ミクロンからサブミクロン寸法まで狭くした狭トラック構造の記録ヘッドを実現する必要がある、これを達成するために半導体加工技術が利用されている。

【0004】 ここで、図26ないし図29を参照して、従来の薄膜磁気ヘッドの製造方法の一例として、複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法の一例について説明する。なお、図26ないし図29において、(a)はエアベアリング面に垂直な断面を示し、(b)は磁極部分のエアベアリング面に平行な断面を示している。

【0005】 この製造方法では、まず、図26に示したように、例えばアルティック ($Al_2O_3 \cdot TiC$) よりなる基板101の上に、例えばアルミナ (Al_2O_3) よりなる絶縁層102を、約5~10 μm 程度の厚みで堆積する。次に、絶縁層102の上に、磁性材料よりなる再生ヘッド用の下部シールド層103を形成する。

【0006】 次に、下部シールド層103の上に、例えばアルミナを100~200 nmの厚みにスパッタ堆積し、絶縁層としての下部シールドギャップ膜104を形成する。次に、下部シールドギャップ膜104の上に、再生用のMR素子105を、数十nmの厚みに形成する。次に、下部シールドギャップ膜104の上に、MR素子105に電気的に接続される一対の電極層106を形成する。

【0007】 次に、下部シールドギャップ膜104およびMR素子105の上に、絶縁層としての上部シールドギャップ膜107を形成し、MR素子105をシールドギャップ膜104、107内に埋設する。

【0008】 次に、上部シールドギャップ膜107の上に、磁性材料からなり、再生ヘッドと記録ヘッドの双方に用いられる上部シールド層兼下部磁極層（以下、下部磁極層と記す。）108を、約3 μm の厚みに形成する。

【0009】 次に、図27に示したように、下部磁極層108の上に、絶縁膜、例えばアルミナ膜よりなる記録ギャップ層109を0.2 μm の厚みに形成する。次に、磁路形成のために、記録ギャップ層109を部分的にエッチングして、コンタクトホール109aを形成する。次に、磁極部分における記録ギャップ層109の上に、記録ヘッド用の磁性材料よりなる上部磁極チップ110を、0.5~1.0 μm の厚みに形成する。このとき同時に、磁路形成のためのコンタクトホール109aの上に、磁路形成のための磁性材料からなる磁性層119を形成する。

【0010】 次に、図28に示したように、上部磁極チップ110をマスクとして、イオンミリングによって、記録ギャップ層109と下部磁極層108をエッチング

7

する。図28(b)に示したように、上部磁極部分(上部磁極チップ110)、記録ギャップ層109および下部磁極層108の一部の各側壁が垂直に自己整合的に形成された構造は、トリム(Trim)構造と呼ばれる。

【0011】次に、全面に、例えばアルミナ膜よりなる絶縁層111を、約3 μm の厚みに形成する。次に、この絶縁層111を、上部磁極チップ110および磁性層119の表面に至るまで研磨して平坦化する。

【0012】次に、平坦化された絶縁層111の上に、例えば銅(Cu)よりなる誘導型の記録ヘッド用の第1層目の薄膜コイル112を形成する。次に、絶縁層111およびコイル112の上に、フォトレジスト層113を、所定のパターンに形成する。次に、フォトレジスト層113の表面を平坦にするために所定の温度で熱処理する。次に、フォトレジスト層113の上に、第2層目の薄膜コイル114を形成する。次に、フォトレジスト層113およびコイル114上に、フォトレジスト層115を、所定のパターンに形成する。次に、フォトレジスト層115の表面を平坦にするために所定の温度で熱処理する。

【0013】次に、図29に示したように、上部磁極チップ110、フォトレジスト層113、115および磁性層119の上に、記録ヘッド用の磁性材料、例えばパーマロイよりなる上部磁極層116を形成する。次に、上部磁極層116の上に、例えばアルミナよりなるオーバーコート層117を形成する。最後に、上記各層を含むスライダの機械加工を行って、記録ヘッドおよび再生ヘッドを含む薄膜磁気ヘッドのエアベアリング面118を形成して、薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0014】図30は、図29に示した薄膜磁気ヘッドの平面図である。なお、この図では、オーバーコート層117や、その他の絶縁層および絶縁膜を省略している。

【0015】図29(a)において、THは、スロートハイトを表し、MR-Hは、MRハイトを表している。なお、スロートハイトとは、2つの磁極層が記録ギャップ層を介して対向する部分の、エアベアリング面側の端部から反対側の端部までの長さ(高さ)をいう。また、MRハイトとは、MR素子のエアベアリング面側の端部から反対側の端部までの長さ(高さ)をいう。また、図29(b)において、P2Wは、磁極幅すなわち記録トラック幅を表している。薄膜磁気ヘッドの性能を決定する要因として、スロートハイトやMRハイト等の他に、図29(a)において θ で示したようなエイベックスアングル(Apex Angle)がある。このエイベックスアングルは、フォトレジスト層113、115で覆われて山状に盛り上がったコイル部分(以下、エイベックス部と言う。)における磁極側の側面の角部を結ぶ直線と絶縁層111の上面とのなす角度をいう。

【0016】

8

【発明が解決しようとする課題】薄膜磁気ヘッドの性能を向上させるには、図29に示したようなスロートハイトTH、MRハイトMR-H、エイベックスアングル θ および記録トラック幅P2Wを正確に形成することが重要である。

【0017】特に、近年は、高面密度記録を可能とするため、すなわち狭トラック構造の記録ヘッドを形成するために、トラック幅P2Wには1.0 μm 以下のサブミクロン寸法が要求されている。そのために半導体加工技術を利用して上部磁極をサブミクロン寸法に加工する技術が必要となる。

【0018】ここで、問題となるのは、エイベックス部の上に形成される上部磁極層を微細に形成することが困難なことである。

【0019】ところで、上部磁極層を形成する方法としては、例えば、特開平7-262519号公報に示されるように、フレームめっき法が用いられる。フレームめっき法を用いて上部磁極層を形成する場合は、まず、エイベックス部の上に全体的に、例えばパーマロイよりなる薄い電極膜を、例えばスパッタリングによって形成する。次に、その上にフォトレジストを塗布し、フォトリソグラフィ工程によりパターンニングして、めっきのためのフレーム(外枠)を形成する。そして、先に形成した電極膜をシード層として、めっき法によって上部磁極層を形成する。

【0020】ところが、エイベックス部と他の部分とでは、例えば7~10 μm 以上の高低差がある。このエイベックス部上に、フォトレジストを3~4 μm の厚みで塗布する。エイベックス部上のフォトレジストの膜厚が最低3 μm 以上必要であるとする、流動性のあるフォトレジストは低い方に集まることから、エイベックス部の下方では、例えば8~10 μm 以上の厚みのフォトレジスト膜が形成される。

【0021】上述のようにサブミクロン寸法の記録トラック幅を実現するには、フォトレジスト膜によってサブミクロン寸法の幅のフレームパターンを形成する必要がある。従って、エイベックス部上で、8~10 μm 以上の厚みのあるフォトレジスト膜によって、サブミクロン寸法の微細なパターンを形成しなければならない。ところが、このような厚い膜厚のフォトレジストパターンを狭パターン幅で形成することは製造工程上極めて困難であった。

【0022】しかも、フォトリソグラフィの露光時に、露光用の光が、シード層としての下地電極膜で反射し、この反射光によってもフォトレジストが感光して、フォトレジストパターンのくずれ等が生じ、シャープかつ正確なフォトレジストパターンが得られなくなる。

【0023】このように、従来は、磁極幅がサブミクロン寸法になると、上部磁性層を精度よく形成することが困難になるという問題点があった。

50

9

【0024】このようなことから、上述の従来例の図27ないし図29の工程でも示したように、記録ヘッドの狭トラックの形成に有効な上部磁極チップ110によって、 $1.0\mu\text{m}$ 以下のトラック幅を形成した後、この上部磁極チップ110と接続されるヨーク部分となる上部磁極層116を形成する方法も採用されている（特開昭62-245509号公報、特開昭60-10409号公報参照）。このように、通常の上部磁極層を、上部磁極チップ110とヨーク部分となる上部磁極層116とに分割することにより、記録トラック幅を決定する上部磁極チップ110を、記録ギャップ層109の上の平坦な面の上に、ある程度微細に形成することが可能になる。

【0025】また、特開平6-314413号公報には、上部磁極層と下部磁極層の双方を、磁極部分を含む層とヨーク部分となる層の2つの層で構成した薄膜磁気ヘッドが開示されている。

【0026】しかしながら、図29に示した薄膜磁気ヘッドにおいても、特開平6-314413号公報に開示された薄膜磁気ヘッドにおいても、ヨーク部分となる層の先端面はエアベアリング面に露出している。そのため、このような薄膜磁気ヘッドでは、磁極部分を含む層のみならず、ヨーク部分となる層側でも書き込みが行われ、記録媒体に対して、本来、記録すべき領域以外の領域にもデータを書き込んでしまう、いわゆるサイドライトが発生するという問題点があった。

【0027】また、特開平6-314413号公報に開示された薄膜磁気ヘッドでは、磁極部分において、上部磁極層の2つの層と下部磁極層の2つの層の合計4つの層の幅が等しく形成されている。このように磁極部分において幅が等しくなるように4つの層を形成する方法としては、各層の形成時において各層の磁極部分の形状が決まるように各層を形成する方法や、4つの層を形成した後に、磁極部分における4つの層の幅が等しくなるように4つの層を一括してエッチングする方法が考えられる。

【0028】しかしながら、各層の形成時において各層の磁極部分の形状が決まるように各層を形成する方法では、特に記録トラック幅を小さくしていった場合には、各層の磁極部分の形状を精度よく決定し、且つ各層の磁極部分の位置合わせを精度よく行うことが難しいという問題点がある。

【0029】また、4つの層を一括してエッチングする方法では、エッチングに多くの時間を要すると共に、4つの層の磁極部分の形状を精度よく決定することが難しいという問題点がある。

【0030】また、従来の薄膜磁気ヘッドでは、磁路長（Yoke Length）を短くすることが困難であるという問題点があった。すなわち、コイルピッチが小さいほど、磁路長の短いヘッドを実現することができ、特に高周波

10

特性に優れた記録ヘッドを形成することができるが、コイルピッチを限りなく小さくしていった場合、スロートハイトゼロ位置（スロートハイトを決定する絶縁層のエアベアリング面側の端部の位置）からコイルの外周端までの距離が、磁路長を短くすることを妨げる大きな要因となっていた。磁路長は、1層のコイルよりは2層のコイルの方が短くできることから、多くの高周波用の記録ヘッドでは2層コイルを採用している。しかしながら、従来の磁気ヘッドでは、1層目のコイルを形成した後、コイル間の絶縁膜を形成するために、フォトレジスト膜を約 $2\mu\text{m}$ の厚みで形成している。そのため、1層目のコイルの外周端には丸みを帯びた小さなエイベックス部が形成される。次に、その上に2層目のコイルを形成するが、その際に、エイベックス部の傾斜部では、コイルのシード層のエッチングができず、コイルがショートするため、2層目のコイルは平坦部に形成する必要がある。

【0031】従って、例えば、コイルの厚みを $2\sim 3\mu\text{m}$ とし、コイル間絶縁膜の厚みを $2\mu\text{m}$ とし、エイベックスアングルを $45^\circ\sim 55^\circ$ とすると、磁路長としては、コイルに対応する部分の長さに加え、コイルの外周端からスロートハイトゼロ位置の近傍までの距離である $3\sim 4\mu\text{m}$ の距離の2倍（上部磁極層と下部磁極層とのコンタクト部からコイル内周端までの距離も $3\sim 4\mu\text{m}$ 必要。）の $6\sim 8\mu\text{m}$ が必要である。このコイルに対応する部分以外の長さが、磁路長の縮小を妨げる要因となっていた。

【0032】ここで、例えば、コイルの線幅が $1.2\mu\text{m}$ 、スペースが $0.8\mu\text{m}$ の11巻コイルを2層で形成する場合を考える。この場合、図29に示したように、1層目を6巻、2層目を5巻とすると、磁路長のうち、1層目のコイル112に対応する部分の長さは $11.2\mu\text{m}$ である。磁路長には、これに加え、1層目のコイル112の外周端および内周端より、1層目のコイル112を絶縁するためのフォトレジスト層113の端部までの距離として、合計 $6\sim 8\mu\text{m}$ の長さが必要になる。従って、磁路長は $17.2\sim 19.2\mu\text{m}$ となる。また、もし11巻コイルを1層で形成するとすると、磁路長は $27.2\sim 29.2\mu\text{m}$ となる。なお、本出願では、磁路長を、図29において符号 L_0 で示したように、磁極層のうちの磁極部分およびコンタクト部分を除いた部分の長さで表す。このように、従来は、磁路長の縮小が困難であり、これが高周波特性の改善を妨げていた。

【0033】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その第1の目的は、誘導型電磁変換素子の磁極部分を精度よく形成することができると共に、記録すべき領域以外の領域へのデータの書き込みを防止することができるようにした薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法を提供することにある。

【0034】本発明の第2の目的は、上記第1の目的に

10

20

30

40

50

11

加え、磁路長の縮小を可能にした薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法を提供することにある。

【0035】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の薄膜磁気ヘッドは、記録媒体に対向する媒体対向面と、互いに磁氣的に連結され、媒体対向面側において互いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層を含む第1および第2の磁性層と、第1の磁性層の磁極部分と第2の磁性層の磁極部分との間に設けられたギャップ層と、少なくとも一部が第1および第2の磁性層の間に、第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で設けられた薄膜コイルとを備えた薄膜磁気ヘッドであって、第1の磁性層は、一方の面がギャップ層に隣接し、第1の磁性層における磁極部分を含む第1の磁極部分層と、第1の磁極部分層の他方の面に接続され、第1の磁性層におけるヨーク部分となる第1のヨーク部分層とを有し、第2の磁性層は、一方の面がギャップ層に隣接し、第2の磁性層における磁極部分を含む第2の磁極部分層と、第2の磁極部分層の他方の面に接続され、第2の磁性層におけるヨーク部分となる第2のヨーク部分層とを有し、第1のヨーク部分層と第2のヨーク部分層の各媒体対向面側の端部は、それぞれ媒体対向面から離れた位置に配置されているものである。

【0036】本発明の第1の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、記録媒体に対向する媒体対向面と、互いに磁氣的に連結され、媒体対向面側において互いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層を含む第1および第2の磁性層と、第1の磁性層の磁極部分と第2の磁性層の磁極部分との間に設けられたギャップ層と、少なくとも一部が第1および第2の磁性層の間に、第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で設けられた薄膜コイルとを備えた薄膜磁気ヘッドを製造する方法であって、第1の磁性層を形成する工程と、第1の磁性層の上にギャップ層を形成する工程と、ギャップ層の上に第2の磁性層を形成する工程と、少なくとも一部が第1および第2の磁性層の間に、この第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で配置されるように、薄膜コイルを形成する工程とを備え、第1の磁性層を形成する工程は、一方の面がギャップ層に隣接し、第1の磁性層における磁極部分を含む第1の磁極部分層と、第1の磁極部分層の他方の面に接続され、第1の磁性層におけるヨーク部分となる第1のヨーク部分層とを形成し、且つ第1のヨーク部分層の媒体対向面側の端部を媒体対向面から離れた位置に配置し、第2の磁性層を形成する工程は、一方の面がギャップ層に隣接し、第2の磁性層における磁極部分を含む第2の磁極部分層と、第2の磁極部分層の他方の面に接続され、第2の磁性層におけるヨーク部分となる第2のヨーク部分層とを形成し、且つ第2のヨーク部分層の媒体対向面側の端部を媒体対向面から離れた位置に配置するものである。

12

【0037】本発明の第1の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法では、第1の磁性層と第2の磁性層が共に磁極部分層とヨーク部分層とを有し、且つ各ヨーク部分層の媒体対向面側の端部は媒体対向面から離れた位置に配置されるので、2つの磁極部分層を精度よく形成することが可能であり、これにより、磁極部分を精度よく形成することが可能になる。また、本発明では、各ヨーク部分層の媒体対向面側の端部は媒体対向面から離れた位置に配置されるので、記録すべき領域以外の領域へのデータの書き込みが防止される。

【0038】本発明の第1の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法において、第1の磁極部分層と第2の磁極部分層は、それぞれ、一端が媒体対向面に配置された、トラック幅に等しい幅を有する部分を含んでいてもよい。

【0039】また、本発明の第1の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法において、第1の磁極部分層と第2の磁極部分層の少なくとも一方は、一端が媒体対向面に配置され、トラック幅に等しい幅を有する第1の部分と、第1の部分よりも媒体対向面とは反対側に配置され、トラック幅よりも大きい幅を有する第2の部分とを含んでいてもよい。

【0040】また、本発明の第1の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法において、第1の磁極部分層と第2の磁極部分層の一方に形成され、スロートハイトを規定するためのスロートハイト規定用絶縁層を収納する絶縁層収納部と、絶縁層収納部に収納されるスロートハイト規定用絶縁層とを設けてもよい。

【0041】また、本発明の第1の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法において、薄膜コイルの少なくとも一部は、第1の磁極部分層の側方に配置されていてもよい。この場合には、第1の磁極部分層の側方に配置された薄膜コイルの少なくとも一部を覆い、ギャップ層側の面が第1の磁極部分層におけるギャップ層側の面と共に平坦化されたコイル絶縁層を設けてもよい。

【0042】また、本発明の第1の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法において、薄膜コイルの少なくとも一部は、第2の磁極部分層の側方に配置されていてもよい。この場合には、第2の磁極部分層の側方に配置された薄膜コイルの少なくとも一部を覆い、第2のヨーク部分層側の面が第2の磁極部分層における第2のヨーク部分層側の面と共に平坦化されたコイル絶縁層を設けてもよい。

【0043】本発明の第2の薄膜磁気ヘッドは、記録媒体に対向する媒体対向面と、磁気抵抗素子と、媒体対向面側の一部が磁気抵抗素子を挟んで対向するように配置され、磁気抵抗素子をシールドする第1および第2のシールド層とを有する再生ヘッドと、互いに磁氣的に連結され、媒体対向面側において互いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層を含む第1および第2の磁性層と、第1の磁性層の磁極部分と第2の磁性層

13

の磁極部分との間に設けられたギャップ層と、少なくとも一部が第1および第2の磁性層の間に、第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で設けられた薄膜コイルとを有する記録ヘッドとを備え、第1および第2の磁性層のうち、第1の磁性層が再生ヘッド側に配置された薄膜磁気ヘッドであって、第1の磁性層は、一方の面がギャップ層に隣接し、第1の磁性層における磁極部分を含む磁極部分層と、磁極部分層の他方の面に接続され、第1の磁性層におけるヨーク部分となるヨーク部分層とを有し、ヨーク部分層の媒体対向面側の端部は媒体対向面から離れた位置に配置されているものである。

【0044】本発明の第2の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、記録媒体に対向する媒体対向面と再生ヘッドと記録ヘッドとを備えた薄膜磁気ヘッドを製造する方法である。薄膜磁気ヘッドにおいて、再生ヘッドは、磁気抵抗素子と、媒体対向面側の一部が磁気抵抗素子を挟んで対向するように配置され、磁気抵抗素子をシールドする第1および第2のシールド層とを有している。記録ヘッドは、互いに磁気的に連結され、媒体対向面側において互いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層を含む第1および第2の磁性層と、第1の磁性層の磁極部分と第2の磁性層の磁極部分との間に設けられたギャップ層と、少なくとも一部が第1および第2の磁性層の間に、第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で設けられた薄膜コイルとを有している。また、薄膜磁気ヘッドにおいて、第1および第2の磁性層のうち、第1の磁性層が再生ヘッド側に配置されている。

【0045】本発明の第2の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、再生ヘッドを形成する工程と、第1の磁性層を形成する工程と、第1の磁性層の上にギャップ層を形成する工程と、ギャップ層の上に第2の磁性層を形成する工程と、少なくとも一部が第1および第2の磁性層の間に、この第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で配置されるように、薄膜コイルを形成する工程とを備え、第1の磁性層を形成する工程は、一方の面がギャップ層に隣接し、第1の磁性層における磁極部分を含む磁極部分層と、磁極部分層の他方の面に接続され、第1の磁性層におけるヨーク部分となるヨーク部分層とを形成し、且つヨーク部分層の媒体対向面側の端部を媒体対向面から離れた位置に配置するものである。

【0046】本発明の第2の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法では、第1の磁性層が磁極部分層とヨーク部分層とを有し、且つヨーク部分層の媒体対向面側の端部は媒体対向面から離れた位置に配置されるので、第1の磁性層の磁極部分層を精度よく形成することが可能であり、これにより、磁極部分を精度よく形成することが可能になる。また、本発明では、ヨーク部分層の媒体対向面側の端部は媒体対向面から離れた位置に配置されるので、記録すべき領域以外の領域へのデータの書き込みが防止される。

14

【0047】本発明の第2の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法において、磁極部分層は、一端が媒体対向面に配置された、トラック幅に等しい幅を有する部分を含んでいてもよい。

【0048】また、本発明の第2の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法において、磁極部分層は、一端が媒体対向面に配置され、トラック幅に等しい幅を有する第1の部分と、第1の部分よりも媒体対向面とは反対側に配置され、トラック幅よりも大きい幅を有する第2の部分とを含んでいてもよい。

【0049】また、本発明の第2の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法において、磁極部分層に形成され、スロートハイトを規定するためのスロートハイト規定用絶縁層を収納する絶縁層収納部と、絶縁層収納部に収納されるスロートハイト規定用絶縁層とを設けてもよい。

【0050】また、本発明の第2の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法において、薄膜コイルの少なくとも一部は、磁極部分層の側方に配置されていてもよい。この場合には、磁極部分層の側方に配置された薄膜コイルの少なくとも一部を覆い、ギャップ層側の面が磁極部分層におけるギャップ層側の面と共に平坦化されたコイル絶縁層を設けてもよい。

【0051】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【第1の実施の形態】まず、図1ないし図9を参照して、本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法について説明する。なお、図1ないし図8において、(a)はエアベアリング面に垂直な断面を示し、(b)は磁極部分のエアベアリング面に平行な断面を示している。

【0052】本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法では、まず、図1に示したように、例えばアルティック ($Al_2O_3 \cdot TiC$) よりなる基板1の上に、例えばアルミナ (Al_2O_3) よりなる絶縁層2を、約5 μm の厚みで堆積する。次に、絶縁層2の上に、磁性材料、例えばパーマロイよりなる再生ヘッド用の下部シールド層3を、約3 μm の厚みに形成する。下部シールド層3は、例えば、フォトレジスト膜をマスクにして、めっき法によって、絶縁層2の上に選択的に形成する。次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層31を、例えば4~5 μm の厚みに形成し、例えば化学機械研磨（以下、CMPと記す。）によって、下部シールド層3が露出するまで研磨して、表面を平坦化処理する。

【0053】次に、下部シールド層3の上に、絶縁膜としての下部シールドギャップ膜4を、例えば約20~40 nmの厚みに形成する。次に、下部シールドギャップ膜4の上に、再生用のMR素子5を、数十nmの厚みに形成する。MR素子5は、例えば、スパッタによって形成したMR膜を選択的にエッチングすることによって形

15

成する。なお、MR素子5には、AMR素子、GMR素子、あるいはTMR（トンネル磁気抵抗効果）素子等の磁気抵抗効果を示す感磁膜を用いた素子を用いることができる。次に、下部シールドギャップ膜4の上に、MR素子5に電氣的に接続される一対の電極層6を、数十nmの厚みに形成する。次に、下部シールドギャップ膜4およびMR素子5の上に、絶縁膜としての上部シールドギャップ膜7を、例えば約20～40nmの厚みに形成し、MR素子5をシールドギャップ膜4、7内に埋設する。シールドギャップ膜4、7に使用する絶縁材料としては、アルミナ、窒化アルミニウム、ダイヤモンドライクカーボン（DLC）等がある。また、シールドギャップ膜4、7は、スパッタ法によって形成してもよいし、化学的気相成長（CVD）法によって形成してもよい。アルミナ膜よりなるシールドギャップ膜4、7をCVD法によって形成する場合には、材料としては例えばトリメチルアルミニウム（ $\text{Al}(\text{CH}_3)_3$ ）および H_2O を用いる。CVD法を用いると、薄く、且つ緻密でピンホールの少ないシールドギャップ膜4、7を形成することが可能となる。

【0054】次に、上部シールドギャップ膜7の上に、磁性材料、例えばパーマロイよりなる、再生ヘッド用の上部シールド層8を、例えば1.0 μm の厚みに形成する。

【0055】次に、上部シールド層8の上に、再生ヘッドと記録ヘッドとを磁氣的に絶縁するための、例えばアルミナよりなる絶縁膜9を、例えば0.1～0.2 μm の厚みに形成する。

【0056】次に、図2に示したように、絶縁膜9の上に、磁性材料によって、記録ヘッド用の下部磁極層10におけるヨーク部分となるヨーク部分層10bを、例えば1.5 μm の厚みで、選択的に形成する。なお、下部磁極層10は、このヨーク部分層10bと、後述する磁極部分層10aおよび接続部分層10cとで構成される。ヨーク部分層10bのエアベアリング面30側の端部は、エアベアリング面30から離れた位置に配置されている。

【0057】ヨーク部分層10bは、NiFe（Ni：80重量％，Fe：20重量％）や、高飽和磁束密度材料であるNiFe（Ni：45重量％，Fe：55重量％）等を用い、めっき法によって形成してもよいし、高飽和磁束密度材料であるFeN、FeZrN等の材料を用い、スパッタによって形成してもよい。この他にも、高飽和磁束密度材料であるCoFe、Co系アモルファス材等を用いてもよい。

【0058】次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層を、約2～3 μm の厚みに形成し、例えばCMPによって、ヨーク部分層10bが露出するまで研磨して、表面を平坦化処理する。これにより、図2に示したように、ヨーク部分層10bのエアベアリング面30側の端

16

部からエアベアリング面30までの部分において、絶縁膜9の上に絶縁層11が形成される。また、絶縁膜9の上における他の部分には、絶縁層32が形成される。

【0059】次に、図3に示したように、絶縁層11とヨーク部分層10bの上に下部磁極層10の磁極部分層10aを形成すると共に、ヨーク部分層10bの上に接続部分層10cを形成する。磁極部分層10aは、下部磁極層10における磁極部分を含む。接続部分層10cは、後述する薄膜コイルの中心の近傍の位置に配置される。磁極部分層10aと接続部分層10cの厚みは、例えば1.0 μm とする。

【0060】下部磁極層10の磁極部分層10aおよび接続部分層10cは、NiFe（Ni：80重量％，Fe：20重量％）や、高飽和磁束密度材料であるNiFe（Ni：45重量％，Fe：55重量％）等を用い、めっき法によって形成してもよいし、高飽和磁束密度材料であるFeN、FeZrN等の材料を用い、スパッタによって形成してもよい。この他にも、高飽和磁束密度材料であるCoFe、Co系アモルファス材等を用いてもよい。

【0061】次に、磁極部分層10aの上面のうち、所望のスロートハイトゼロ位置からエアベアリング面30とは反対側の部分を、イオンミリング等によって、例えば0.3～0.6 μm だけエッチングする。これにより、磁極部分層10aにおいて、スロートハイトゼロ位置からエアベアリング面30とは反対側の部分に、後述するスロートハイトを規定するためのスロートハイト規定用絶縁層を収納する絶縁層収納部12が形成される。

【0062】次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層13を、約2～3 μm の厚みに形成し、例えばCMPによって、磁極部分層10aおよび接続部分層10cが露出するまで研磨して、表面を平坦化処理する。図3に示したように、絶縁層13のうち、絶縁層収納部12に収納された部分は、スロートハイト規定用絶縁層となる。

【0063】次に、図4に示したように、全体に、絶縁材料よりなる記録ギャップ層14を、例えば0.1～0.15 μm の厚みに形成する。記録ギャップ層14に使用する絶縁材料としては、一般的に、アルミナ、窒化アルミニウム、シリコン酸化物系材料、シリコン窒化物系材料、ダイヤモンドライクカーボン（DLC）等がある。また、記録ギャップ層14は、スパッタ法によって形成してもよいし、化学的気相成長（CVD）法によって形成してもよい。アルミナ膜よりなる記録ギャップ層14をCVD法によって形成する場合には、材料としては例えばトリメチルアルミニウム（ $\text{Al}(\text{CH}_3)_3$ ）および H_2O を用いる。CVD法を用いると、薄く、且つ緻密でピンホールの少ない記録ギャップ層14を形成することが可能となる。

【0064】次に、磁路形成のために、後述する薄膜コ

17

イルの中心の近傍の位置において、記録ギャップ層14を部分的にエッチングしてコンダクトホール14Aを形成する。

【0065】次に、記録ギャップ層14の上に、フレームめっき法によって、例えば銅よりなる薄膜コイルの第1層部分15を、例えば1.0~2.0 μ mの厚みおよび1.2~2.0 μ mのコイルピッチで形成する。薄膜コイルの第1層部分15は、接続部分層10cを中心に巻回されるように形成される。なお、図中、符号15aは、薄膜コイルの第1層部分15を後述する第2層部分20に接続するための接続部を示している。次に、薄膜コイルの第1層部分15を囲うようにフォトレジスト層16を形成する。

【0066】次に、図5に示したように、記録ギャップ層14のエアベアリング面30側の端部近傍の位置において、記録ギャップ層14の上に、上部磁極層17における磁極部分を含む磁極部分層17aを形成する。このとき同時に、コンダクトホール14Aの上に接続部分層17cを形成し、薄膜コイルの第1層部分15における接続部15aの上に接続層18を形成する。磁極部分層17a、接続部分層17cおよび接続層18は、同じ磁性材料によって形成し、厚みは例えば3 μ mとする。接続部分層17cは、下部磁極層10の接続部分層10cに接続される。上部磁極層17は、磁極部分層17aおよび接続部分層17cと、後述するヨーク部分層17bとで構成される。

【0067】磁極部分層17a、接続部分層17cおよび接続層18は、NiFe (Ni:80重量%, Fe:20重量%)や、高飽和磁束密度材料であるNiFe (Ni:45重量%, Fe:55重量%)等を用い、め

つき法によって所定のパターンに形成してもよいし、高飽和磁束密度材料であるFeN, FeZrN等の材料を用い、スパッタ後、イオンミリング等によって選択的にエッチングして所定のパターンに形成してもよい。この他にも、高飽和磁束密度材料であるCoFe, Co系アモルファス材等を用いてもよい。

【0068】次に、図6に示したように、磁極部分層17aの周辺において、磁極部分層17aをマスクとして、ドライエッチングにより、記録ギャップ層14を選択的にエッチングする。このときのドライエッチングには、例えば、BCl₂, Cl₂等の塩素系ガスや、CF₄, SF₆等のフッ素系ガス等のガスを用いた反応性イオンエッチング(以下、RIEと記す。)が用いられる。次に、磁極部分層17aの周辺において、磁極部分層17aをマスクとして、例えばアルゴン系ガスを用いたイオンミリングによって、下部磁極層10の磁極部分層10aを選択的に約0.3~0.6 μ m程度エッチングして、図6(b)に示したようなトリム構造とする。このトリム構造によれば、狭トラックの書き込み時に発生する磁束の広がりによる実効トラック幅の増加を防止

18

することができる。なお、エアベアリング面30における磁極部分層17aの幅と磁極部分層10aの幅を、厚み方向の全体にわたって等しくしてもよい。この場合、磁極部分層17aの周辺において、磁極部分層17aをマスクとして記録ギャップ層14と磁極部分層10aとをエッチングしてもよいし、磁極部分層17aの上に形成したマスク層をマスクとして磁極部分層17a、記録ギャップ層14および磁極部分層10aをエッチングしてもよい。

【0069】次に、全体に、例えばアルミナよりなるコイル絶縁層19を、約3~4 μ mの厚みに形成する。次に、例えばCMPによって、磁極部分層17a、接続部分層17cおよび接続層18が露出するまで、コイル絶縁層19を研磨して、表面を平坦化処理する。

【0070】次に、図7に示したように、コイル絶縁層19の上に、フレームめっき法によって、例えば銅よりなる薄膜コイルの第2層部分20を、例えば1.0~2.0 μ mの厚みおよび1.2~2.0 μ mのコイルピッチで形成する。薄膜コイルの第2層部分20は、接続部分層17cを中心にして巻回されるように形成される。なお、図中、符号20aは、薄膜コイルの第2層部分20を第1層部分15に接続するための接続部を示している。接続部20aは、接続層18を介して、第1層部分15の接続部15aに接続される。次に、薄膜コイルの第2層部分20を覆うようにフォトレジスト層21を形成する。

【0071】次に、図8に示したように、磁極部分層17a、フォトレジスト層21および接続部分層17cの上に、上部磁極層17のヨーク部分となるヨーク部分層17bを、例えば2.0~3.0 μ mの厚みに形成する。ヨーク部分層17bは、NiFe (Ni:80重量%, Fe:20重量%)や、高飽和磁束密度材料であるNiFe (Ni:45重量%, Fe:55重量%)等を用い、めつき法によって所定のパターンに形成してもよいし、高飽和磁束密度材料であるFeN, FeZrN等の材料を用い、スパッタ後、イオンミリング等によって選択的にエッチングして所定のパターンに形成してもよい。この他にも、高飽和磁束密度材料であるCoFe, Co系アモルファス材等を用いてもよい。また、高周波特性の改善のため、ヨーク部分層17bを、無機系の絶縁膜とパーマロイ等の磁性層とを何層にも重ね合わせた構造としてもよい。

【0072】また、ヨーク部分層17bのエアベアリング面30側の端部は、エアベアリング面30から離れた位置に配置されている。

【0073】次に、全体に、例えばアルミナよりなるオーバーコート層22を、例えば20~40 μ mの厚みに形成し、その表面を平坦化して、その上に、図示しない電極用パッドを形成する。最後に、上記各層を含むスライダの研磨加工を行って、記録ヘッドおよび再生ヘッド

19

を含む薄膜磁気ヘッドのエアベアリング面30を形成して、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0074】図9は、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドにおける下部磁極層10および上部磁極層17の磁極部分の近傍を示す斜視図である。

【0075】本実施の形態では、下部磁極層10が本発明における第1の磁性層に対応し、上部磁極層17が本発明における第2の磁性層に対応する。また、下部シールド層3は本発明における第1のシールド層に対応し、上部シールド層8は本発明における第2のシールド層に

対応する。
【0076】以上説明したように、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドは、記録媒体に対向する媒体対向面（エアベアリング面30）と、再生ヘッドと、記録ヘッド（誘導型電磁変換素子）とを備えている。再生ヘッドと記録ヘッドは、絶縁膜9によって磁気的に絶縁されている。

【0077】再生ヘッドは、MR素子5と、エアベアリング面30側の一部がMR素子5を挟んで対向するように配置され、MR素子5をシールドする下部シールド層3および上部シールド層8とを有している。

【0078】記録ヘッドは、互いに磁気的に連結され、エアベアリング面30側において互いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層を含む下部磁極層10および上部磁極層17と、これら2つの磁極層10、17の各磁極部分の間に設けられた記録ギャップ層14と、少なくとも一部がこれら2つの磁極層10、17の間に、2つの磁極層10、17に対して絶縁された状態で配設された薄膜コイル15、20とを有している。

【0079】下部磁極層10は、一方の面（上面）が記録ギャップ層14に隣接し、下部磁極層10における磁極部分を含む磁極部分層10aと、磁極部分層10aの他方の面（下面）に接続され、下部磁極層10におけるヨーク部分となるヨーク部分層10bとを有している。ヨーク部分層10bのエアベアリング面30側の端部はエアベアリング面30から離れた位置に配置されている。ヨーク部分層10bのエアベアリング面30側の端部からエアベアリング面30までの部分には、絶縁層11が配置されている。

【0080】上部磁極層17は、一方の面（下面）が記録ギャップ層14に隣接し、上部磁極層17における磁極部分を含む磁極部分層17aと、磁極部分層17aの他方の面（上面）に接続され、上部磁極層17におけるヨーク部分となるヨーク部分層17bとを有している。ヨーク部分層17bのエアベアリング面30側の端部はエアベアリング面30から離れた位置に配置されている。

【0081】また、図9に示したように、下部磁極層10における磁極部分層10aは、一端がエアベアリング

20

面30に配置され、少なくとも一部が記録トラック幅に等しい幅を有する第1の部分10a₁と、第1の部分10a₁におけるエアベアリング面30とは反対側に連結され、記録トラック幅よりも大きい幅を有する第2の部分10a₂とを含んでいる。また、磁極部分層10aの記録ギャップ層14側の面には、スロートハイトゼロ位置からエアベアリング面30とは反対側の部分に絶縁層収納部12が形成されている。この絶縁層収納部12には、絶縁層13（図9では図示せず）の一部であるスロートハイト規定用絶縁層が収納されている。本実施の形態では、絶縁層収納部12のエアベアリング面30側の端部がスロートハイトを規定する。

【0082】上部磁極層17における磁極部分層17aは、一端がエアベアリング面30に配置され、記録トラック幅に等しい幅を有する第1の部分17a₁と、第1の部分17a₁におけるエアベアリング面30とは反対側に連結され、記録トラック幅よりも大きい幅を有する第2の部分17a₂とを含んでいる。

【0083】また、薄膜コイルの第1層部分15は、上部磁極層17の磁極部分層17aの側方に配置されている。第1層部分15は、フォトレジスト層16とコイル絶縁層19とによって覆われ、コイル絶縁層19の上面は、磁極部分層17aの上面と共に平坦化されている。そして、このコイル絶縁層19の上に薄膜コイルの第2層部分20が形成されている。

【0084】以上説明したように、本実施の形態では、下部磁極層10と上部磁極層17が、それぞれ、磁極部分層10a、17aとヨーク部分層10b、17bとを有している。従って、本実施の形態によれば、磁極部分を含む磁極部分層10a、17aを微細に精度よく形成することが可能になる。また、本実施の形態では、各ヨーク部分層10b、17bのエアベアリング面30側の端部はエアベアリング面30から離れた位置に配置されている。そのため、本実施の形態では、エアベアリング面30における上部磁極層17の磁極部分の幅と下部磁極層10の磁極部分の幅を等しくする場合、磁極部分層10a、17aおよびヨーク部分層10b、17bの4つの層についてではなく、磁極部分層10a、17aの2つの層のみについて磁極部分の幅を等しくすればよ

い。従って、本実施の形態によれば、上部磁極層17の磁極部分の幅と下部磁極層10の磁極部分の幅を等しくすることを、容易に且つ精度よく行うことができる。以上のことから、本実施の形態によれば、記録ヘッド（誘導型電磁変換素子）の磁極部分を精度よく形成することが可能になる。

【0085】また、本実施の形態によれば、各ヨーク部分層10b、17bのエアベアリング面30側の端部をエアベアリング面30から離れた位置に配置したので、記録すべき領域以外の領域へのデータの書き込み、すなわちサイドライトを防止することができる。

21

【0086】ところで、従来、記録ヘッドの下部磁極層が再生ヘッドの上部シールド層を兼ねた構造の複合型薄膜磁気ヘッドでは、記録ヘッドにおける記録動作の直後に、再生ヘッドにおける再生信号にノイズが発生したり、再生信号の変動が大きくなるという問題点があった。その原因の一つは、記録ヘッドの記録動作に伴って記録ヘッド側で発生する残留磁気およびその変動であると考えられる。

【0087】これに対し、本実施の形態では、再生ヘッドの上部シールド層8と記録ヘッドの下部磁極層10とを分離すると共に、これらの間に絶縁膜9を配置している。これにより、記録ヘッド側で発生する残留磁気のMR素子5に対する影響を低減することができる。更に、本実施の形態では、下部磁極層10のヨーク部分層10bのエアベアリング面30側の端部をエアベアリング面30から離れた位置に配置し、ヨーク部分層10bのエアベアリング面30側の端部からエアベアリング面30までの部分に絶縁層11を配置しているため、記録ヘッドの磁極部分と再生ヘッドのMR素子5との間を絶縁層11によって磁気的に分離することができる。その結果、本実施の形態によれば、絶縁層11によって、記録ヘッド側で発生する残留磁気のMR素子5に対する影響をより一層低減することができる。従って、本実施の形態によれば、記録ヘッドの記録動作に起因して再生ヘッドにおける再生信号に発生するノイズや変動を低減することができる。

【0088】また、本実施の形態では、絶縁層収納部12のエアベアリング面30側の端部によってスロートハイトを規定している。ところで、もし、下部磁極層10の磁極部分層10aの全体をスロートハイトに等しい長さとして、磁極部分層10aの端部によってスロートハイトを規定するようにした場合には、下部磁極層10の磁極部分層10aとヨーク部分層10bとの接続部分で磁路の断面積が急激に減少するため、この部分で磁束の飽和が生じる可能性がある。これは、特にスロートハイトが小さくなったときに顕著になる。

【0089】これに対し、本実施の形態では、下部磁極層10の磁極部分層10aに絶縁層収納部12を形成し、この絶縁層収納部12のエアベアリング面30側の端部によってスロートハイトを規定している。従って、本実施の形態によれば、スロートハイトゼロ位置よりもエアベアリング面30から離れた位置においても、磁極部分層10aとヨーク部分層10bとを接触させることができる。従って、本実施の形態によれば、下部磁極層10において磁路の断面積が急激に減少することがなく、磁路の途中での磁束の飽和を防止することができる。その結果、本実施の形態によれば、薄膜コイル15、20で発生した起磁力を効率よく記録に利用することが可能となる。

【0090】また、本実施の形態では、薄膜コイルの第

22

1層部分15を、上部磁極層17の磁極部分層17aの側方に配置し、平坦な記録ギャップ層14の上に形成している。そのため、本実施の形態によれば、第1層部分15を微細に精度よく形成することが可能になる。更に、本実施の形態では、第1層部分15を覆うコイル絶縁層19の上面を、磁極部分層17aの上面と共に平坦化し、この平坦なコイル絶縁層19の上に薄膜コイルの第2層部分20を形成している。そのため、本実施の形態によれば、第2層部分20も微細に精度よく形成することが可能になる。また、本実施の形態によれば、磁極部分層17aのエアベアリング面30とは反対側の端部の近くに、薄膜コイルの第1層部分15の端部を配置することができる。

【0091】これらのことから、本実施の形態によれば、従来に比べて磁路長の縮小が可能となる。更に、薄膜コイル15、20で発生した起磁力が途中で飽和することを防止でき、薄膜コイル15、20で発生した起磁力を効率よく記録に利用することができる。従って、本実施の形態によれば、記録ヘッドの高周波特性や、非線形トランジションシフト (Non-linear Transition Shift; NLTS) や、重ね書きする場合の特性であるオーバーライト特性の優れた薄膜磁気ヘッドを提供することが可能となる。

【0092】〔第2の実施の形態〕次に、図10ないし図14を参照して、本発明の第2の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法について説明する。なお、図10ないし図14において、(a)はエアベアリング面に垂直な断面を示し、(b)は磁極部分のエアベアリング面に平行な断面を示している。

【0093】本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドは、薄膜コイルを一つの層で構成し、上部磁極層側でスロートハイトを規定するようにした例である。本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法では、上部シールドギャップ膜7を形成する工程までは、第1の実施の形態と同様である。

【0094】本実施の形態では、次に、図10に示したように、上部シールドギャップ膜7の上に、磁性材料、例えばパーマロイよりなる、再生ヘッド用の上部シールド層8を、例えば1.0 μm の厚みで選択的に形成する。次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層34を、約2~3 μm の厚みに形成し、例えばCMPによって、上部シールド層8が露出するまで研磨して、表面を平坦化処理する。

【0095】次に、上部シールド層8および絶縁層34の上に、再生ヘッドと記録ヘッドとを磁気的に絶縁するための、例えばアルミナよりなる絶縁膜9を、例えば0.1~0.2 μm の厚みに形成する。

【0096】次に、絶縁膜9の上に、磁性材料によって、記録ヘッド用の下部磁極層40におけるヨーク部分となるヨーク部分層40bを、例えば1.5 μm の厚み

23

で、選択的に形成する。なお、下部磁極層 40 は、このヨーク部分層 40 b と、後述する磁極部分層 40 a および接続部分層 40 c とで構成される。ヨーク部分層 40 b のエアベアリング面 30 側の端部は、エアベアリング面 30 から離れた位置に配置されている。ヨーク部分層 40 b の材料や形成方法は、第 1 の実施の形態におけるヨーク部分層 10 b と同様である。

【0097】次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層を、約 2~3 μm の厚みに形成し、例えば CMP によって、ヨーク部分層 40 b が露出するまで研磨して、表面を平坦化処理する。これにより、図 10 に示したように、ヨーク部分層 40 b のエアベアリング面 30 側の端部からエアベアリング面 30 までの部分において、絶縁膜 9 の上に絶縁層 41 が形成される。

【0098】次に、絶縁層 41 とヨーク部分層 40 b の上に下部磁極層 40 の磁極部分層 40 a を形成すると共に、ヨーク部分層 40 b の上に接続部分層 40 c を形成する。磁極部分層 40 a は、下部磁極層 40 における磁極部分を含む。接続部分層 40 c は、後述する薄膜コイルの中心の近傍の位置に配置される。磁極部分層 40 a と接続部分層 40 c の厚みは、例えば 1.0 μm とする。

【0099】下部磁極層 40 の磁極部分層 40 a および接続部分層 40 c の材料や形成方法は、第 1 の実施の形態における下部磁極層 10 の磁極部分層 10 a および接続部分層 10 c と同様である。

【0100】次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層 43 を、約 2~3 μm の厚みに形成し、例えば CMP によって、磁極部分層 40 a および接続部分層 40 c が露出するまで研磨して、表面を平坦化処理する。

【0101】次に、全体に、絶縁材料よりなる記録ギャップ層 44 を、例えば 0.1~0.15 μm の厚みに形成する。記録ギャップ層 44 の材料や形成方法は、第 1 の実施の形態における記録ギャップ層 14 と同様である。

【0102】次に、磁路形成のために、後述する薄膜コイルの中心の近傍の位置において、記録ギャップ層 44 を部分的にエッチングしてコンタクトホール 44 A を形成する。

【0103】次に、図 11 に示したように、記録ギャップ層 44 の上に、フレームめっき法によって、例えば銅よりなる薄膜コイル 45 を、例えば 1.0~2.0 μm の厚みおよび 1.2~2.0 μm のコイルピッチで形成する。薄膜コイル 45 は、接続部分層 40 c を中心にして巻回されるように形成される。なお、図中、符号 45 a は、薄膜コイル 45 を後述するリード層 50 に接続するための接続部を示している。次に、薄膜コイル 45 を囲うようにフォトレジスト層 46 を形成する。

【0104】次に、図 12 に示したように、記録ギャップ層 44 のエアベアリング面 30 側の端部近傍の位置に

24

において、記録ギャップ層 44 の上に、上部磁極層 47 における磁極部分を含む磁極部分層 47 a を形成する。このとき同時に、コンタクトホール 44 A の上に接続部分層 47 c を形成し、薄膜コイル 45 における接続部 45 a の上に接続層 48 を形成する。磁極部分層 47 a、接続部分層 47 c および接続層 48 は、同じ磁性材料によって形成し、厚みは例えば 3 μm とする。

【0105】接続部分層 47 c は、下部磁極層 40 の接続部分層 40 c に接続される。上部磁極層 47 は、磁極部分層 47 a および接続部分層 47 c と、後述するヨーク部分層 47 b とで構成される。

【0106】磁極部分層 47 a、接続部分層 47 c および接続層 48 の材料や形成方法は、第 1 の実施の形態における磁極部分層 17 a、接続部分層 17 c および接続層 18 と同様である。

【0107】本実施の形態では、磁極部分層 47 a におけるエアベアリング面 30 とは反対側の端部近傍の一部はフォトレジスト層 46 の上に形成される。また、フォトレジスト層 46 のエアベアリング面 30 側の端部はスロートハイトを規定する。従って、本実施の形態では、磁極部分層 47 a と記録ギャップ層 44 との間に配置されたフォトレジスト層 46 の一部がスロートハイト規定用絶縁層となる。また、磁極部分層 47 a においてスロートハイト規定用絶縁層を収納する部分が絶縁層収納部となる。

【0108】次に、磁極部分層 47 a の周辺において、磁極部分層 47 a をマスクとして、ドライエッチングにより、記録ギャップ層 44 を選択的にエッチングする。次に、磁極部分層 47 a の周辺において、磁極部分層 47 a をマスクとして、例えばアルゴン系ガスをを用いたイオンミリングによって、下部磁極層 40 の磁極部分層 40 a を選択的に約 0.3~0.6 μm 程度エッチングして、図 12 (b) に示したようなトリム構造とする。なお、エアベアリング面 30 における磁極部分層 47 a の幅と磁極部分層 40 a の幅を、厚み方向の全体にわたって等しくしてもよい。この場合、磁極部分層 47 a の周辺において、磁極部分層 47 a をマスクとして記録ギャップ層 44 と磁極部分層 40 a とをエッチングしてもよいし、磁極部分層 47 a の上に形成したマスク層をマスクとして磁極部分層 47 a、記録ギャップ層 44 および磁極部分層 40 a をエッチングしてもよい。

【0109】次に、図 13 に示したように、全体に、例えばアルミナよりなるコイル絶縁層 49 を、約 3~4 μm の厚みに形成する。次に、例えば CMP によって、磁極部分層 47 a、接続部分層 47 c および接続層 48 が露出するまで、コイル絶縁層 49 を研磨して、表面を平坦化処理する。

【0110】次に、磁極部分層 47 a、コイル絶縁層 49 および接続部分層 47 c の上に、上部磁極層 47 のヨーク部分となるヨーク部分層 47 b を、例えば 2.0~

25

3. $0\ \mu\text{m}$ の厚みに形成する。このとき同時に、コイル絶縁層49の上に、接続層48に接続されるリード層50を、例えば $2.0\sim 3.0\ \mu\text{m}$ の厚みに形成する。ヨーク部分層47bおよびリード層50の材料や形成方法は、第1の実施の形態におけるヨーク部分層17bと同様である。また、ヨーク部分層47bのエアベアリング面30側の端部は、エアベアリング面30から離れた位置に配置されている。

【0111】次に、図14に示したように、全体に、例えばアルミナよりなるオーバーコート層52を、例えば 10 $20\sim 40\ \mu\text{m}$ の厚みに形成し、その表面を平坦化して、その上に、図示しない電極用パッドを形成する。最後に、上記各層を含むスライダの研磨加工を行って、記録ヘッドおよび再生ヘッドを含む薄膜磁気ヘッドのエアベアリング面30を形成して、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0112】本実施の形態では、下部磁極層40が本発明における第1の磁性層に対応し、上部磁極層47が本発明における第2の磁性層に対応する。

【0113】本実施の形態では、薄膜コイル45を上部 20 磁極層47の磁極部分層47aの側方に配置すると共に、薄膜コイル45を覆うコイル絶縁層49の上面を、磁極部分層47aの上面と共に平坦化し、この平坦なコイル絶縁層49の上に上部磁極層47のヨーク部分層47bを形成している。従って、本実施の形態によれば、ヨーク部分層47bを精度よく形成することが可能になる。

【0114】本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第1の実施の形態と同様である。

【0115】[第3の実施の形態] 次に、図15ないし 30 図18を参照して、本発明の第3の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法について説明する。なお、図15ないし図18において、(a)はエアベアリング面に垂直な断面を示し、(b)は磁極部分のエアベアリング面に平行な断面を示している。

【0116】本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドは、第2の実施の形態と同様に、薄膜コイルを一つの層で構成し、上部磁極層側でスロートハイトを規定するようにした例である。本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法では、記録ギャップ層44を形成し、この記録ギャップ層44にコンタクトホール44Aを形成する工程までは、第2の実施の形態と同様である。

【0117】本実施の形態では、次に、図15に示したように、記録ギャップ層44の上において、エアベアリング面30より所定の距離だけ離れた位置からコンタクトホール44Aの近傍の位置にかけて、例えばアルミナよりなる絶縁層66を、例えば $0.8\ \mu\text{m}$ の厚みに形成する。

【0118】次に、全体に、FeNやFeCo等の高飽和磁束密度材料をスパッタリングして、被パターニング 50

26

膜67pを、例えば $1.5\sim 2.0\ \mu\text{m}$ の厚みに形成する。次に、この被パターニング膜67pの上に、アルミナ等の絶縁材料によって、所定のパターンのマスク層68a、68bを、例えば $1.0\ \mu\text{m}$ の厚みに形成する。マスク層68aは、被パターニング膜67pのうち、後述する磁極部分層67aとなる部分の上に形成され、マスク層68bは、被パターニング膜67pのうちコンタクトホール44Aの上に位置する部分の上に形成される。マスク層68a、68bは、例えば、アルミナ層の上に、パターニングされた金属層を形成し、この金属層をマスクとして、RIEによってアルミナ層をエッチングすることによって形成される。

【0119】次に、マスク層68a、68bをマスクとして、RIEによって、被パターニング膜67pおよび絶縁層66をエッチングする。これにより、被パターニング膜67pがパターニングされて、上部磁極層67の磁極部分を含む磁極部分層67aと、下部磁極層40に接続される接続部分層67cとが形成され、絶縁層66がパターニングされて、スロートハイト規定用絶縁層66aとなる。また、磁極部分層67aにおいてスロートハイト規定用絶縁層66aを収納する部分が絶縁層収納部となる。上部磁極層67は、磁極部分層67aおよび接続部分層67cと、後述するヨーク部分層67bとで構成される。

【0120】次に、磁極部分層67aの周辺において、マスク層68aをマスクとして、RIEによって、記録ギャップ層44と、下部磁極層40の磁極部分層40aをエッチングして、図15(b)に示したようなトリム構造を形成する。

【0121】次に、図16に示したように、記録ギャップ層44の上に、フレームめくり法によって、例えば銅よりなる薄膜コイル69を、例えば $1.0\sim 2.0\ \mu\text{m}$ の厚みおよび $1.2\sim 2.0\ \mu\text{m}$ のコイルピッチで形成する。薄膜コイル69は、接続部分層68cを中心にして巻回されるように形成される。なお、図中、符号69aは、薄膜コイル69を後述するリード層72に接続するための接続部を示している。次に、薄膜コイル69を囲うようにフォトリソスト層70を形成する。

【0122】次に、図17に示したように、全体に、例えばアルミナよりなるコイル絶縁層71を、約 $3\sim 4\ \mu\text{m}$ の厚みに形成する。次に、例えばCMPによって、磁極部分層67aおよび接続部分層67cが露出するまで、コイル絶縁層71を研磨して、表面を平坦化処理する。次に、薄膜コイル69の接続部69aの上の部分においてコイル絶縁層71を部分的にエッチングしてコンタクトホールを形成する。

【0123】次に、磁極部分層67a、コイル絶縁層71および接続部分層67cの上に、上部磁極層67のヨーク部分となるヨーク部分層67bを、例えば $2.0\sim 3.0\ \mu\text{m}$ の厚みに形成する。このとき同時に、コイル

27

絶縁層 71 の上に、薄膜コイル 69 接続部 69 a に接続されるリード層 72 を、例えば 2.0 ~ 3.0 μm の厚みに形成する。ヨーク部分層 67 b およびリード層 72 の材料や形成方法は、第 1 の実施の形態におけるヨーク部分層 17 b と同様である。また、ヨーク部分層 67 b のエアベアリング面 30 側の端部は、エアベアリング面 30 から離れた位置に配置されている。

【0124】次に、図 18 に示したように、全体に、例えばアルミナよりなるオーバーコート層 73 を、例えば 2.0 ~ 4.0 μm の厚みに形成し、その表面を平坦化して、その上に、図示しない電極用パッドを形成する。最後に、上記各層を含むスライダの研磨加工を行って、記録ヘッドおよび再生ヘッドを含む薄膜磁気ヘッドのエアベアリング面 30 を形成して、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0125】本実施の形態では、上部磁極層 67 が本発明における第 2 の磁性層に対応する。

【0126】なお、本実施の形態において、上部磁極層 67 の磁極部分層 67 a、記録ギャップ層 44 および下部磁極層 40 の磁極部分層 40 a を RIE によってエッチングする代りに、集束イオンビームによってエッチングするようにしてもよい。

【0127】本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第 2 の実施の形態と同様である。

【0128】〔第 4 の実施の形態〕次に、図 19 ないし図 2.5 を参照して、本発明の第 4 の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法について説明する。なお、図 19 ないし図 2.5 において、(a) はエアベアリング面に垂直な断面を示し、(b) は磁極部分のエアベアリング面に平行な断面を示している。

【0129】本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法では、絶縁膜 9 を形成する工程までは、第 1 の実施の形態と同様である。

【0130】本実施の形態では、次に、図 19 に示したように、絶縁膜 9 の上に、磁性材料によって、記録ヘッド用の下部磁極層 80 におけるヨーク部分となるヨーク部分層 80 b を、例えば 1.0 ~ 1.5 μm の厚みで、選択的に形成する。なお、下部磁極層 80 は、このヨーク部分層 80 b と、後述する磁極部分層 80 a および接続部分層 80 c とで構成される。ヨーク部分層 80 b のエアベアリング面 30 側の端部は、エアベアリング面 30 から離れた位置に配置されている。ヨーク部分層 80 b の材料や形成方法は、第 1 の実施の形態におけるヨーク部分層 80 b と同様である。

【0131】次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層を、約 2 ~ 3 μm の厚みに形成し、例えば CMP によって、ヨーク部分層 80 b が露出するまで研磨して、表面を平坦化処理する。これにより、図 19 に示したように、ヨーク部分層 80 b のエアベアリング面 30 側の端部からエアベアリング面 30 までの部分において、絶

28

縁膜 9 の上に絶縁層 81 が形成される。また、絶縁膜 9 の上における他の部分には、絶縁層 32 が形成される。

【0132】次に、図 20 に示したように、絶縁層 81 とヨーク部分層 80 b の上に下部磁極層 80 の磁極部分層 80 a を形成すると共に、ヨーク部分層 80 b の上に接続部分層 80 c を形成する。磁極部分層 80 a は、下部磁極層 80 における磁極部分を含む。接続部分層 80 c は、後述する薄膜コイルの中心の近傍の位置に配置される。磁極部分層 80 a と接続部分層 80 c の厚みは、例えば 1.0 ~ 1.5 μm とする。磁極部分層 80 a および接続部分層 80 c の材料や形成方法は、第 1 の実施の形態における磁極部分層 10 a および接続部分層 10 c と同様である。

【0133】次に、磁極部分層 80 a の上面のうち、所望のスロートハイトゼロ位置からエアベアリング面 30 とは反対側の部分を、イオンミリング等によって、例えば 0.3 ~ 0.6 μm だけエッチングする。これにより、磁極部分層 80 a において、スロートハイトゼロ位置からエアベアリング面 30 とは反対側の部分に、後述するスロートハイトを規定するためのスロートハイト規定用絶縁層を収納する絶縁層収納部 82 が形成される。

【0134】次に、図 21 に示したように、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁膜 83 を、約 0.3 ~ 0.5 μm の厚みに形成する。

【0135】次に、絶縁膜 83 の上に、フレームめっき法によって、例えば銅よりなる薄膜コイルの第 1 層部分 84 を、例えば 0.8 ~ 1.0 μm の厚みに形成する。薄膜コイルの第 1 層部分 84 は、接続部分層 80 c を中心にして巻回されるように形成される。なお、図中、符号 84 a は、薄膜コイルの第 1 層部分 84 を後述する第 2 層部分 88 に接続するための接続部を示している。次に、薄膜コイルの第 1 層部分 84 を囲うようにフォトレジスト層 85 を形成する。

【0136】次に、図 22 に示したように、全体に、例えばアルミナよりなるコイル絶縁層 86 を、約 3 ~ 4 μm の厚みで形成する。次に、例えば CMP によって、下部磁極層 80 の磁極部分層 80 a および接続部分層 80 c が露出するまで、コイル絶縁層 86 を研磨して、表面を平坦化処理する。ここで、図 22 は、薄膜コイルの第 1 層部分 84 は露出していないが、第 1 層部分 84 が露出するようにしてもよい。コイル絶縁層 86 のうち、絶縁層収納部 82 に収納された部分は、スロートハイト規定用絶縁層となる。

【0137】次に、全体に、絶縁材料よりなる記録ギャップ層 87 を、例えば 0.1 ~ 0.15 μm の厚みに形成する。記録ギャップ層 87 の材料や形成方法は、第 1 の実施の形態における記録ギャップ層 14 と同様である。

【0138】次に、接続部分層 80 c と接続部 84 a の上の位置において、記録ギャップ層 87 を部分的にエッ

29

チングしてコンタクトホールを形成する。

【0139】次に、図23に示したように、記録ギャップ層87の上に、フレームめっき法によって、例えば銅よりなる薄膜コイルの第2層部分88を、例えば0.8~1.0 μ mの厚みに形成する。薄膜コイルの第2層部分88は、接続部分層80cを中心にして巻回されるように形成される。なお、図中、符号88aは、薄膜コイルの第2層部分88を第1層部分84に接続するための接続部を示している。次に、薄膜コイルの第2層部分88を囲うようにフォトレジスト層89を形成する。

【0140】次に、記録ギャップ層87のエアベアリング面30側の端部近傍の位置において、記録ギャップ層87の上に、上部磁極層90における磁極部分を含む磁極部分層90aを形成する。このとき同時に、下部磁極層80の接続部分層80cの上に接続部分層90cを形成する。磁極部分層90aおよび接続部分層90cは、同じ磁性材料によって形成し、厚みは例えば2~3 μ mとする。上部磁極層90は、磁極部分層90aおよび接続部分層90cと、後述するヨーク部分層90bとで構成される。

【0141】磁極部分層90aおよび接続部分層90cの材料や形成方法は、第1の実施の形態における磁極部分層17aおよび接続部分層17cと同様である。

【0142】次に、磁極部分層90aの周辺において、磁極部分層90aをマスクとして、ドライエッチングにより、記録ギャップ層87を選択的にエッチングする。次に、磁極部分層90aの周辺において、磁極部分層90aをマスクとして、例えばアルゴン系ガスを用いたイオンミリングによって、下部磁極層80の磁極部分層80aを選択的に約0.3~0.6 μ m程度エッチングして、図23(b)に示したようなトリム構造とする。なお、エアベアリング面30における磁極部分層90aの幅と磁極部分層80aの幅を、厚み方向の全体にわたって等しくしてもよい。この場合、磁極部分層90aの周辺において、磁極部分層90aをマスクとして記録ギャップ層87と磁極部分層80aとをエッチングしてもよいし、磁極部分層90aの上に形成したマスク層をマスクとして磁極部分層90a、記録ギャップ層87および磁極部分層80aをエッチングしてもよい。

【0143】次に、図24に示したように、全体に、例えばアルミナよりなるコイル絶縁層91を、約3~4 μ mの厚みに形成する。次に、例えばCMPによって、磁極部分層90aおよび接続部分層90cが露出するまで、コイル絶縁層91を研磨して、表面を平坦化処理する。

【0144】次に、図25に示したように、磁極部分層90a、コイル絶縁層91および接続部分層90cの上に、上部磁極層90のヨーク部分となるヨーク部分層90bを、例えば2.0~3.0 μ mの厚みに形成する。ヨーク部分層90bのエアベアリング面30側の端部

30

は、エアベアリング面30から離れた位置に配置されている。ヨーク部分層90bの材料や形成方法は、第1の実施の形態におけるヨーク部分層17bと同様である。

【0145】次に、全体に、例えばアルミナよりなるオーバーコート層92を、例えば20~40 μ mの厚みに形成し、その表面を平坦化して、その上に、図示しない電極用パッドを形成する。最後に、上記各層を含むスライダの研磨加工を行って、記録ヘッドおよび再生ヘッドを含む薄膜磁気ヘッドのエアベアリング面30を形成して、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0146】本実施の形態では、下部磁極層80が本発明における第1の磁性層に対応し、上部磁極層90が本発明における第2の磁性層に対応する。

【0147】本実施の形態では、薄膜コイルの第1層部分84を、下部磁極層80の磁極部分層80aの側方に配置し、平坦な絶縁膜83の上に形成している。そのため、本実施の形態によれば、第1層部分84を微細に精度よく形成することが可能になる。また、本実施の形態によれば、磁極部分層80aのエアベアリング面30とは反対側の端部の近くに、薄膜コイルの第1層部分84の端部を配置することができる。

【0148】本実施の形態では、薄膜コイルの第1層部分84を下部磁極層80の磁極部分層80aの側方に配置し、薄膜コイルの第1層部分84を覆うコイル絶縁層86の上面を下部磁極層80の磁極部分層80aの上面と共に平坦化し、この平坦化された面の上に記録ギャップ層87を介して、薄膜コイルの第2層部分88を形成している。従って、本実施の形態によれば、第2層部分88も微細に精度よく形成することが可能になる。また、本実施の形態によれば、上部磁極層90の磁極部分層90aのエアベアリング面30とは反対側の端部の近くに、薄膜コイルの第2層部分88の端部を配置することができる。

【0149】以上のことから、本実施の形態によれば、記録ヘッドにおける磁路長の縮小が可能となる。

【0150】また、本実施の形態によれば、上部磁極層90の磁極部分層90aとヨーク部分層90bが、いずれも平坦化された面の上に形成されるので、磁極部分層90aおよびヨーク部分層90bを微細に精度よく形成することが可能になる。

【0151】本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第1の実施の形態と同様である。

【0152】本発明は、上記各実施の形態に限定されず、種々の変更が可能である。例えば上記各実施の形態では、基体側に読み取り用のMR素子を形成し、その上に、書き込み用の誘導型電磁変換素子を積層した構造の薄膜磁気ヘッドについて説明したが、この積層順序を逆にしてもよい。

【0153】つまり、基体側に書き込み用の誘導型電磁変換素子を形成し、その上に、読み取り用のMR素子を

31

形成してもよい。このような構造は、例えば、上記実施の形態に示した上部磁極層の機能を有する磁性膜を下部磁極層として基体側に形成し、記録ギャップ膜を介して、それに対向するように上記実施の形態に示した下部磁極層の機能を有する磁性膜を上部磁極層として形成することにより実現できる。

【0154】また、本発明は、誘導型電磁変換素子のみを備えた記録専用の薄膜磁気ヘッドや、誘導型電磁変換素子によって記録と再生を行う薄膜磁気ヘッドにも適用することができる。

【0155】

【発明の効果】以上説明したように請求項1ないし8のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項9ないし16のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、第1の磁性層と第2の磁性層が共に磁極部分層とヨーク部分層とを有し、且つ各ヨーク部分層の媒体対向面側の端部は媒体対向面から離れた位置に配置されるので、2つの磁極部分層を精度よく形成することが可能であり、これにより、誘導型電磁変換素子の磁極部分を精度よく形成することが可能になるという効果を奏する。また、本発明によれば、各ヨーク部分層の媒体対向面側の端部は媒体対向面から離れた位置に配置されるので、記録すべき領域以外の領域へのデータの書き込みを防止することができるという効果を奏する。

【0156】また、請求項5または6記載の薄膜磁気ヘッドもしくは請求項13または14記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、薄膜コイルの少なくとも一部を第1の磁極部分層の側方に配置したので、薄膜コイルの少なくとも一部の端部を第1の磁極部分層の端部の近くに配置することができ、その結果、磁路長の縮小が可能になるという効果を奏する。

【0157】また、請求項6記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項14記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、第1の磁極部分層の側方に配置された薄膜コイルの少なくとも一部を覆い、ギャップ層側の面が第1の磁極部分層におけるギャップ層側の面と共に平坦化されたコイル絶縁層を設けたので、コイル絶縁層に隣接する層を精度よく形成することが可能になるという効果を奏する。

【0158】また、請求項7または8記載の薄膜磁気ヘッドもしくは請求項15または16記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、薄膜コイルの少なくとも一部を第2の磁極部分層の側方に配置したので、薄膜コイルの少なくとも一部の端部を第2の磁極部分層の端部の近くに配置することができ、その結果、磁路長の縮小が可能になるという効果を奏する。

【0159】また、請求項8記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項16記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、第2の磁極部分層の側方に配置された薄膜コイルの少なくとも一部を覆い、第2のヨーク部分層側の面が第

32

2の磁極部分層における第2のヨーク部分層側の面と共に平坦化されたコイル絶縁層を設けたので、コイル絶縁層に隣接する層を精度よく形成することが可能になるという効果を奏する。

【0160】また、請求項17ないし22のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項23ないし28のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、第1の磁性層が磁極部分層とヨーク部分層とを有し、且つヨーク部分層の媒体対向面側の端部は媒体対向面から離れた位置に配置されるので、第1の磁性層の磁極部分層を精度よく形成することが可能であり、これにより、磁極部分を精度よく形成することが可能になるという効果を奏する。また、本発明によれば、ヨーク部分層の媒体対向面側の端部は媒体対向面から離れた位置に配置されるので、記録すべき領域以外の領域へのデータの書き込みを防止することができるという効果を奏する。また、本発明によれば、ヨーク部分層の媒体対向面側の端部が媒体対向面から離れた位置に配置されることにより、記録ヘッドの磁極部分と再生ヘッドの磁気抵抗素子との間を磁気的に分離でき、記録ヘッドの記録動作に起因して再生ヘッドにおける再生信号に発生するノイズや変動を低減することができるという効果を奏する。

【0161】また、請求項21または22記載の薄膜磁気ヘッドもしくは請求項27または28記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、薄膜コイルの少なくとも一部を磁極部分層の側方に配置したので、薄膜コイルの少なくとも一部の端部を磁極部分層の端部の近くに配置することができ、その結果、磁路長の縮小が可能になるという効果を奏する。

【0162】また、請求項22記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項28記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、磁極部分層の側方に配置された薄膜コイルの少なくとも一部を覆い、ギャップ層側の面が第1の磁極部分層におけるギャップ層側の面と共に平坦化されたコイル絶縁層を設けたので、コイル絶縁層に隣接する層を精度よく形成することが可能になるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を説明するための断面図である。

【図2】図1に続く工程を説明するための断面図である。

【図3】図2に続く工程を説明するための断面図である。

【図4】図3に続く工程を説明するための断面図である。

【図5】図4に続く工程を説明するための断面図である。

【図6】図5に続く工程を説明するための断面図である。

【図 7】図 6 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 8】本発明の第 1 の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの断面図である。

【図 9】本発明の第 1 の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドにおける下部磁極層および上部磁極層の磁極部分の近傍を示す斜視図である。

【図 10】本発明の第 2 の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を説明するための断面図である。

【図 11】図 10 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 12】図 11 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 13】図 12 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 14】本発明の第 2 の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの断面図である。

【図 15】本発明の第 3 の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を説明するための断面図である。

【図 16】図 15 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 17】図 16 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 18】本発明の第 3 の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの断面図である。

【図 19】本発明の第 4 の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を説明するための断面図である。

【図 20】図 19 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 21】図 20 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 22】図 21 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 23】図 22 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 24】図 23 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 25】本発明の第 4 の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの断面図である。

【図 26】従来の薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を説明するための断面図である。

【図 27】図 26 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 28】図 27 に続く工程を説明するための断面図である。

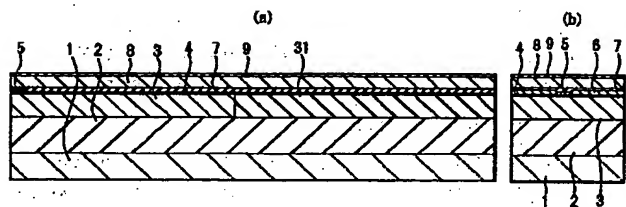
【図 29】図 28 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 30】従来の磁気ヘッドの平面図である。

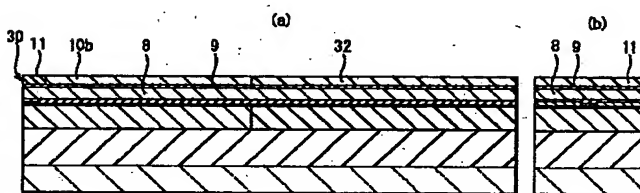
【符号の説明】

1…基板、2…絶縁層、3…下部シールド層、5…MR素子、8…上部シールド層、9…絶縁膜、10…下部磁極層、10a…磁極部分層、10b…ヨーク部分層、11…エアベアリング面、14…記録ギャップ層、15…薄膜コイルの第 1 層部分、17…上部磁極層、17a…磁極部分層、17b…ヨーク部分層、19…コイル絶縁層、20…薄膜コイルの第 2 層部分、22…オーバーコート層、30…エアベアリング面。

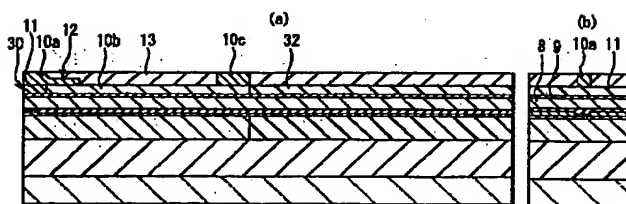
【図 1】



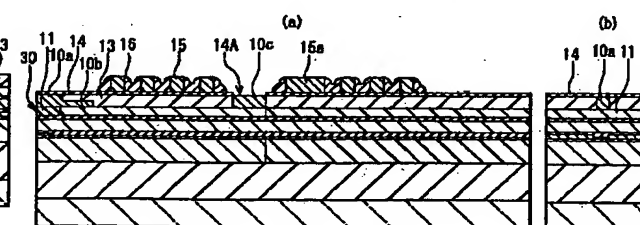
【図 2】



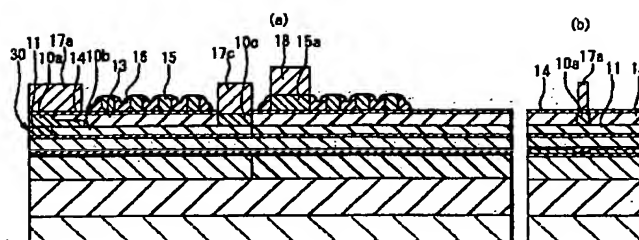
【図 3】



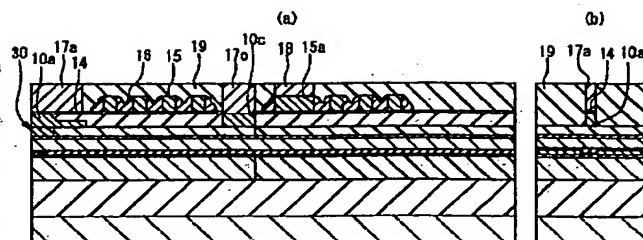
【図 4】



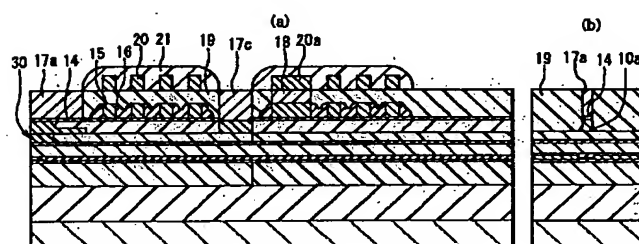
【図5】



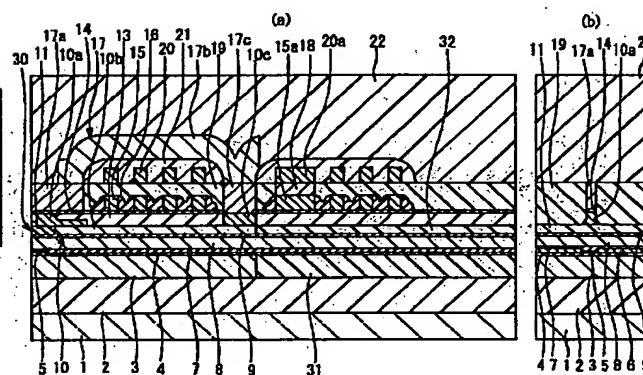
【図 6】



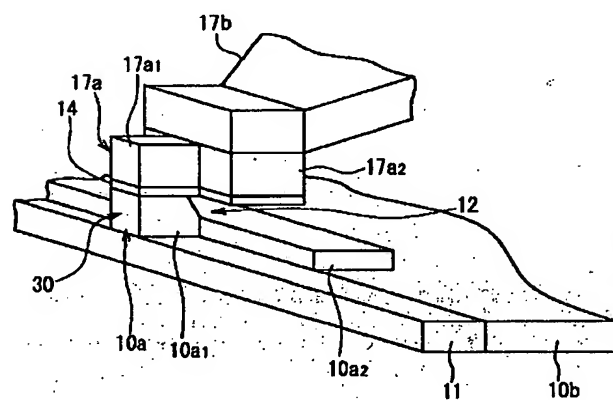
【図7】



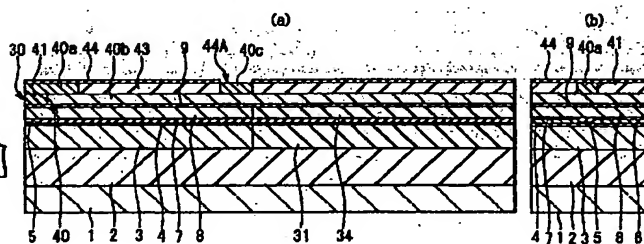
【図 8】



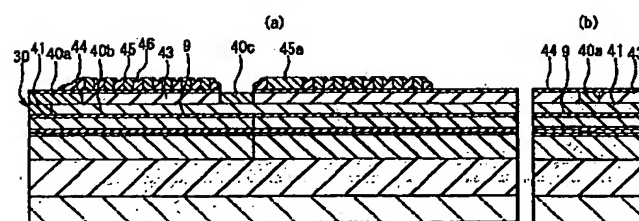
【図9】



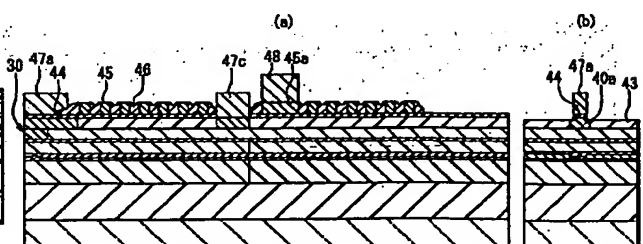
【図 10】



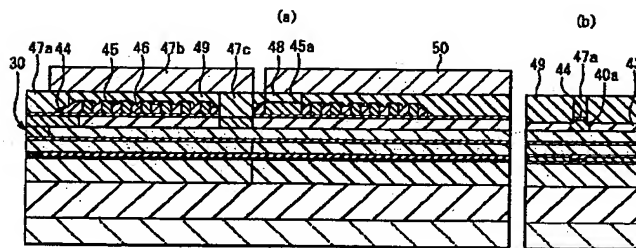
【图 1 1】



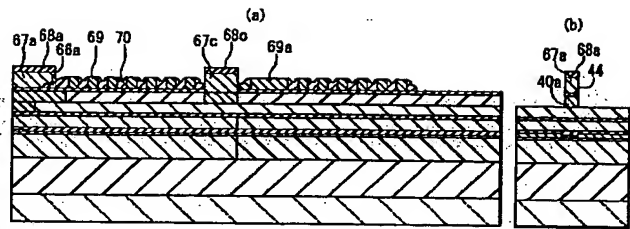
【图 1 2】



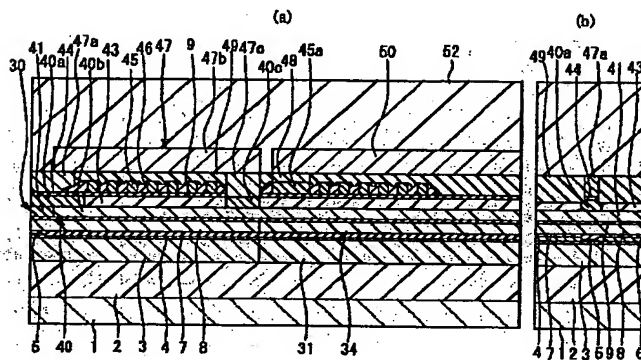
【図 13】



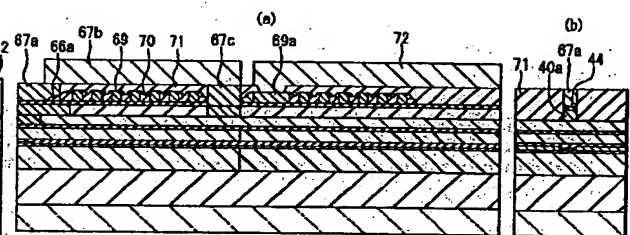
【図 16】



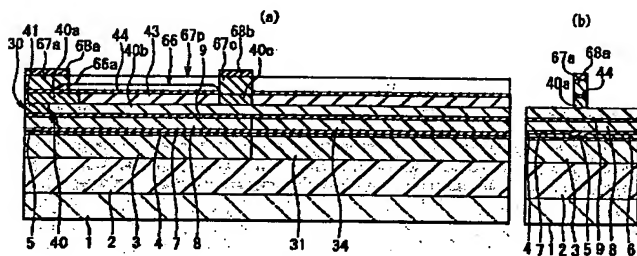
【図 14】



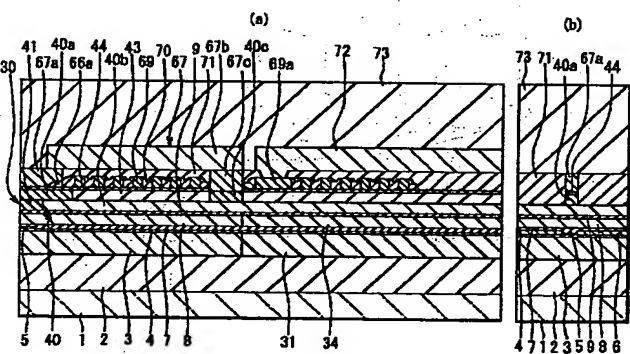
【図 17】



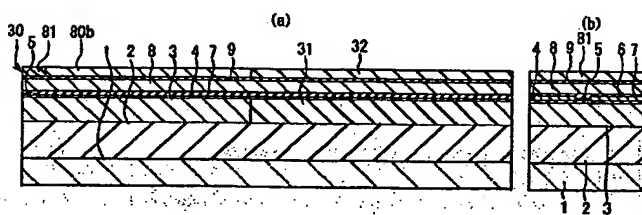
【図 15】



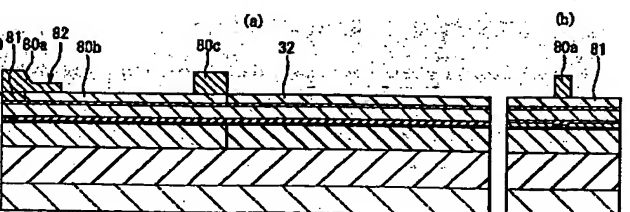
【図 18】



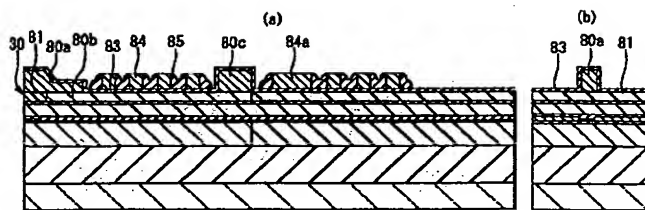
【図 19】



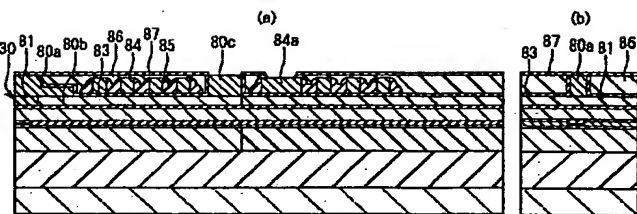
【図 20】



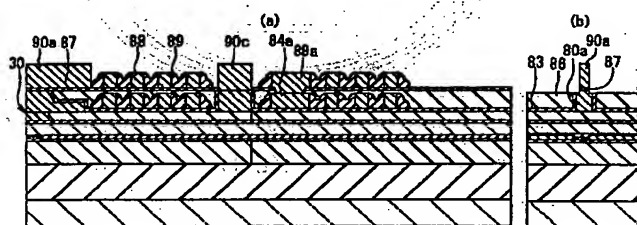
【図 21】



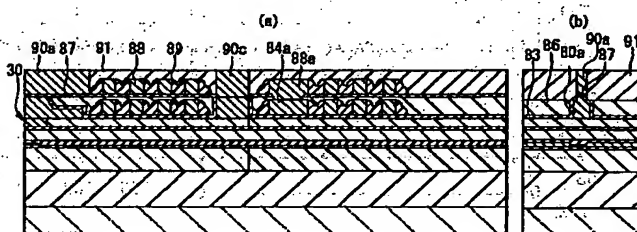
【図 22】



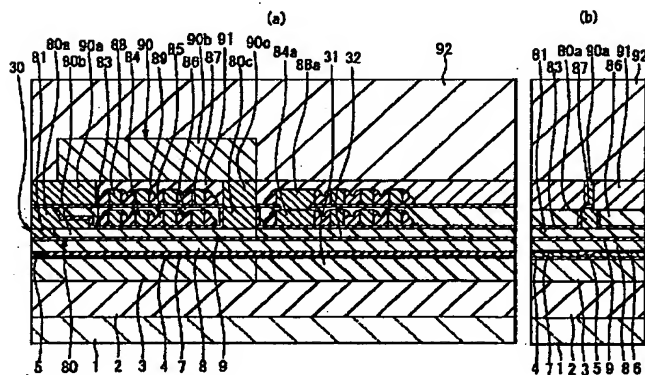
【図 23】



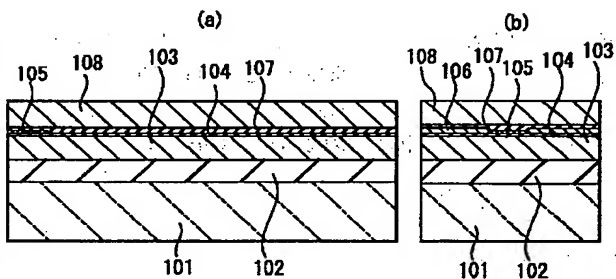
【図 24】



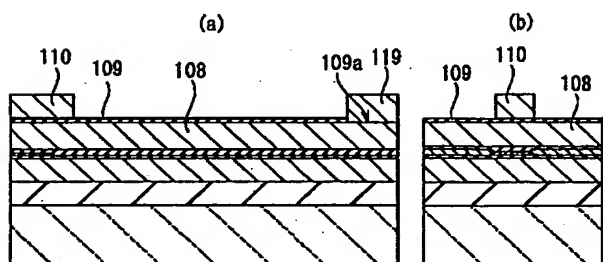
【図 25】



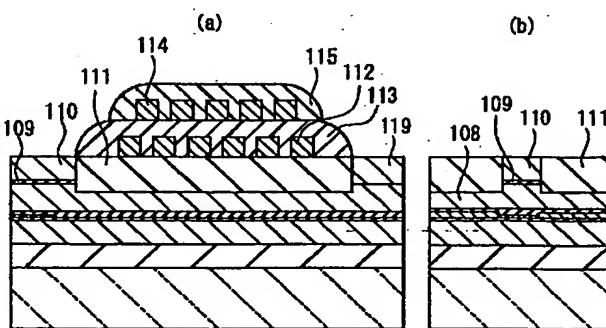
【図 26】



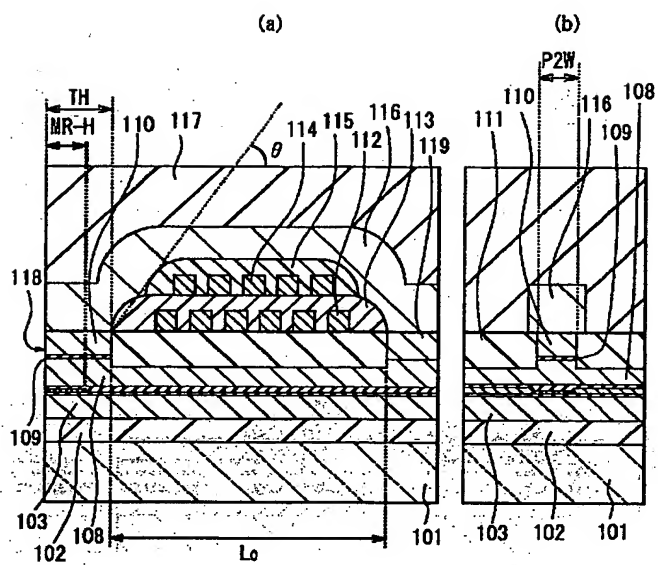
【図 27】



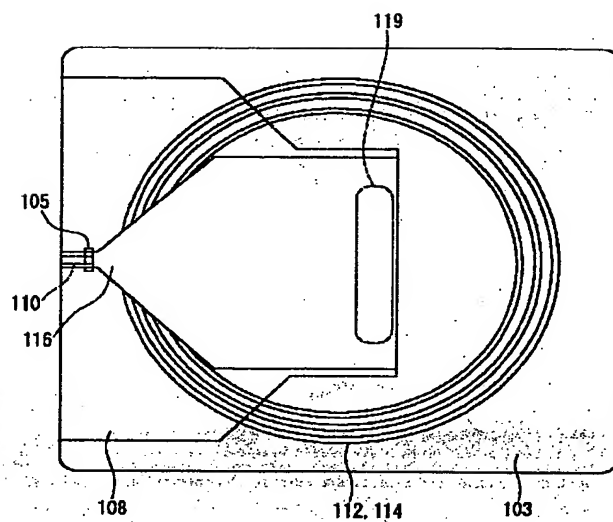
【図 28】



【図 29】



【図 30】



フロントページの続き

Fターム (参考) 5D033 BA08 BA12 BA13 BA32 BA41
 BB43 CA02 CA05 DA02 DA07
 DA31
 5D034 BA02 BA15 BB08 BB12

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-008208

(43)Date of publication of application : 11.01.2002

(51)Int.Cl.

G11B 5/31
G11B 5/39

(21)Application number : 2000-186779

(71)Applicant : TDK CORP

(22)Date of filing : 21.06.2000

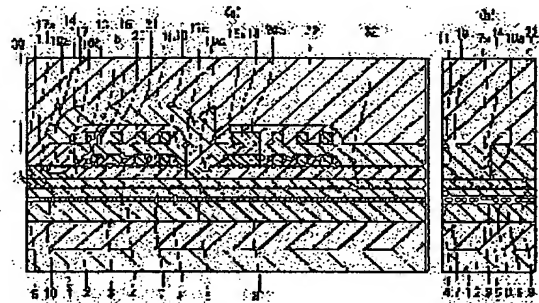
(72)Inventor : SASAKI YOSHITAKA
OYAMA SHINYA

(54) THIN FILM MAGNETIC HEAD AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To precisely form the magnetic pole parts of an induction type electromagnetic transducing element and to prevent data from being written in areas other than those to be recorded.

SOLUTION: The recording head is equipped with a lower and upper magnetic pole layers 10, 17, a recording gap layer 14 provided between the magnetic pole parts of the magnetic layers 10, 17, and thin film coils 15, 20 at least a part of which is arranged between the magnetic pole layers 10, 17 and in a state insulated against the two magnetic pole layers 10, 17. The lower and upper magnetic pole layers 10, 17 are each provided with a magnetic pole part layer 10a, 17a and a yoke part layer 10b, 17b respectively. The end of each yoke part layer 10b, 17b on an air bearing face 30 side is situated at a position away from the air bearing face 30.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.01.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The medium opposed face which counters a record medium The 1st and 2nd magnetic layers which contain at least one layer including the magnetic pole portion which each other is connected magnetically and counters the aforementioned medium opposed face side mutually, respectively. The gap layer prepared between the magnetic pole portion of the 1st magnetic layer of the above, and the magnetic pole portion of the 2nd magnetic layer of the above, and the thin film coil with which the part [at least] was prepared in the state where it insulated to the above 1st and the 2nd magnetic layer between the above 1st and the 2nd magnetic layer It is the thin film magnetic head equipped with the above. the 1st magnetic layer of the above The 1st magnetic pole partial layer which one field adjoins the aforementioned gap layer and contains the magnetic pole portion in the 1st magnetic layer. It connects with the field of another side of the magnetic pole partial layer of the above 1st, and has the 1st yoke partial layer used as the yoke portion in the 1st magnetic layer. the 2nd magnetic layer of the above The 2nd magnetic pole partial layer which one field adjoins the aforementioned gap layer and contains the magnetic pole portion in the 2nd magnetic layer. Connect with the field of another side of the magnetic pole partial layer of the above 2nd, and it has the 2nd yoke partial layer used as the yoke portion in the 2nd magnetic layer. The edge by the side of each medium opposed face of the yoke partial layer of the above 1st and the yoke partial layer of the above 2nd is characterized by being arranged in the position distant from the medium opposed face, respectively.

[Claim 2] The magnetic pole partial layer of the above 1st and the magnetic pole partial layer of the above 2nd are the thin film magnetic head according to claim 1 to which an end is characterized by including the portion which has been arranged at the medium opposed face, and which has width of face equal to the width of recording track, respectively.

[Claim 3] At least one side of the magnetic pole partial layer of the above 1st and the magnetic pole partial layer of the above 2nd is the thin film magnetic head according to claim 1 characterized by including the 2nd portion which a medium opposed face is arranged at an opposite side, and has larger width of face than the width of recording track rather than the 1st portion which an end is arranged at a medium opposed face and has width of face equal to the width of recording track, and the 1st portion of the above.

[Claim 4] Furthermore, the thin film magnetic head according to claim 1 to 3 characterized by having the insulating layer stowage which contains the insulating layer for a throat height convention for being formed in one side of the magnetic pole partial layer of the above 1st, and the magnetic pole partial layer of the above 2nd, and specifying throat height, and the insulating layer for a throat height convention contained by the aforementioned insulating layer stowage.

[Claim 5] Some aforementioned thin film coils [at least] are the thin film magnetic head according to claim 1 to 4 characterized by being arranged in the side of the magnetic pole partial layer of the above 1st.

[Claim 6] Furthermore, the thin film magnetic head according to claim 5 characterized by having the coil insulation layer to which some thin film coils [at least] arranged in the side of the magnetic pole partial layer of the above 1st were covered, and flattening of the field by the side of the aforementioned gap layer was carried out with the field by the side of the gap layer in the magnetic pole partial layer of the above 1st.

[Claim 7] Some aforementioned thin film coils [at least] are the thin film magnetic head according to claim 1 to 4 characterized by being arranged in the side of the magnetic pole partial layer of the above 2nd.

[Claim 8] Furthermore, the thin film magnetic head according to claim 7 characterized by having the coil insulation layer to which some thin film coils [at least] arranged in the side of the magnetic pole partial layer of the above 2nd were covered, and flattening of the field by the side of the yoke partial layer of the above 2nd was carried out with the field by the side of the 2nd yoke partial layer in the magnetic pole partial layer of the above 2nd.

[Claim 9] The medium opposed face which counters a record medium The 1st and 2nd magnetic layers which contain at least one layer including the magnetic pole portion which each other is connected magnetically and counters the aforementioned medium opposed face side mutually, respectively. The gap layer prepared between the magnetic pole portion of the 1st magnetic layer of the above, and the magnetic pole portion of the 2nd magnetic layer of the above, and the thin film coil with which the part [at least] was prepared in the state where it insulated to the above 1st and the 2nd magnetic layer between the above 1st and the 2nd magnetic layer The process which is the manufacturing method of the thin film magnetic head equipped with the above, and forms the 1st magnetic layer of the above. At least the process which forms the aforementioned gap layer on the 1st magnetic layer of the above, the process which forms the 2nd magnetic layer of the above on the aforementioned gap layer, and a part between the above 1st and the 2nd magnetic layer The process which is equipped with the processes which forms the

above-mentioned thin film coil, and forms the 1st magnetic layer of the above so that it may be arranged in the state where it is insulated to these the 1st and 2nd magnetic layers. The 1st magnetic pole partial layer which one field adjoins the above-mentioned gap layer and contains the magnetic pole portion in the 1st magnetic layer. Connect with the field of another side of the magnetic pole partial layer of the above 1st, and the 1st yoke partial layer used as the yoke portion in the 1st magnetic layer is formed. And the process which arranges the edge by the side of the medium opposed face of the yoke partial layer of the above 1st in the position distant from the medium opposed face, and forms the 2nd magnetic layer of the above. The 2nd magnetic pole partial layer which one field adjoins the above-mentioned gap layer and contains the magnetic pole portion in the 2nd magnetic layer. It connects with the field of another side of the magnetic pole partial layer of the above 2nd, and the 2nd yoke partial layer used as the yoke portion in the 2nd magnetic layer is formed, and it is characterized by arranging the edge by the side of the medium opposed face of the yoke partial layer of the above 2nd in the position distant from the medium opposed face.

[Claim 10] The magnetic pole partial layer of the above 1st and the magnetic pole partial layer of the above 2nd are the manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 9 that an end is characterized by including the portion which has been arranged at the medium opposed face and which has width of face equal to the width of recording track, respectively.

[Claim 11] At least one side of the magnetic pole partial layer of the above 1st and the magnetic pole partial layer of the above 2nd is the manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 9 characterized by including the 2nd portion which a medium opposed face is arranged at an opposite side, and has larger width of face than the width of recording track rather than the 1st portion which an end is arranged at a medium opposed face and has width of face equal to the width of recording track, and the 1st portion of the above.

[Claim 12] Furthermore, the manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 9 to 11 characterized by having the process which forms the insulating-layer stowage which contains the insulating layer for a throat height convention for specifying throat height, and the process which forms the insulating layer for a throat height convention so that it may be contained by the above-mentioned insulating-layer stowage to one side of the magnetic pole partial layer of the above 1st, and the magnetic pole partial layer of the above 2nd.

[Claim 13] The process which forms the above-mentioned thin film coil is the manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 9 to 12 characterized by arranging some above-mentioned thin film coils [at least] to the side of the magnetic pole partial layer of the above 1st.

[Claim 14] Furthermore, the manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 13 characterized by having the process which forms the coil insulation layer to which some thin film coils [at least] arranged in the side of the magnetic pole partial layer of the above 1st were covered, and flattening of the field by the side of the above-mentioned gap layer was carried out with the field by the side of the gap layer in the magnetic pole partial layer of the above 1st.

[Claim 15] The process which forms the above-mentioned thin film coil is the manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 9 to 12 characterized by arranging some above-mentioned thin film coils [at least] to the side of the magnetic pole partial layer of the above 2nd.

[Claim 16] Furthermore, the manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 15 characterized by having the process which forms the coil insulation layer to which some thin film coils [at least] arranged in the side of the magnetic pole partial layer of the above 2nd were covered, and flattening of the field by the side of the yoke partial layer of the above 2nd was carried out with the field by the side of the 2nd yoke partial layer in the magnetic pole partial layer of the above 2nd.

[Claim 17] The medium opposed face which counters a record medium. Magnetic resistance element. The reproducing head which has the 1st and 2nd shield layers which are arranged so that the part by the side of the above-mentioned medium opposed face may counter on both sides of the above-mentioned magnetic resistance element, and shield the above-mentioned magnetic resistance element. The 1st and 2nd magnetic layers which contain at least one layer including the magnetic pole portion which each other is connected magnetically and counters the above-mentioned medium opposed face side mutually, respectively. The gap layer prepared between the magnetic pole portion of the 1st magnetic layer of the above, and the magnetic pole portion of the 2nd magnetic layer of the above, and the thin film coil with which the part [at least] was prepared in the state where it is insulated to the above 1st and the 2nd magnetic layer between the above 1st and the 2nd magnetic layer. It is the thin film magnetic head equipped with the above. The 1st magnetic layer of the above. The magnetic pole partial layer which one field adjoins the above-mentioned gap layer and contains the magnetic pole portion in the 1st magnetic layer. It connects with the field of another side of the above-mentioned magnetic pole partial layer, has a yoke partial layer used as the yoke portion in the 1st magnetic layer, and is characterized by arranging the edge by the side of the medium opposed face of the above-mentioned yoke partial layer in the position distant from the medium opposed face.

[Claim 18] The above-mentioned magnetic pole partial layer is the thin film magnetic head according to claim 17 characterized by an end containing the portion which has been arranged at the medium opposed face, and which has width of face equal to the width of recording track.

[Claim 19] The above-mentioned magnetic pole partial layer is the thin film magnetic head according to claim 17 characterized by including the 2nd portion which a medium opposed face is arranged at an opposite side, and has larger width of face than the width of recording track rather than the 1st portion which an end is arranged at a medium opposed face and has width of face equal to the width of recording track, and the 1st portion of the above.

[Claim 20] Furthermore, the thin film magnetic head according to claim 17 to 19 characterized by having the insulating-layer stowage which contains the insulating layer for a throat height convention for being formed in the

aforementioned magnetic pole partial layer, and specifying throat height, and the insulating layer for a throat height convention contained by the aforementioned insulating-layer stowage.

[Claim 21] Some aforementioned thin film coils [at least] are the thin film magnetic head according to claim 17 to 20 characterized by being arranged in the side of the aforementioned magnetic pole partial layer.

[Claim 22] Furthermore, the thin film magnetic head according to claim 21 characterized by having the coil insulation layer to which some thin film coils [at least] arranged in the side of the aforementioned magnetic pole partial layer were covered, and flattening of the field by the side of the aforementioned gap layer was carried out with the field by the side of the gap layer in the aforementioned magnetic pole partial layer.

[Claim 23] The medium opposed face which counters a record medium Magnetic resistance element The reproducing head which has the 1st and 2nd shield layers which are arranged so that the part by the side of the aforementioned medium opposed face may counter on both sides of the aforementioned magnetic resistance element, and shield the aforementioned magnetic resistance element The 1st and 2nd magnetic layers which contain at least one layer including the magnetic pole portion which each other is connected magnetically and counters the aforementioned medium opposed face side mutually, respectively The gap layer prepared between the magnetic pole portion of the 1st magnetic layer of the above, and the magnetic pole portion of the 2nd magnetic layer of the above, and the thin film coil with which the part [at least] was prepared in the state where it insulated to the above 1st and the 2nd magnetic layer between the above 1st and the 2nd magnetic layer The process which is the manufacture method of the thin film magnetic head equipped with the above, and forms the aforementioned reproducing head, At least the process which forms the 1st magnetic layer of the above, the process which forms the aforementioned gap layer on the 1st magnetic layer of the above, the process which forms the 2nd magnetic layer of the above on the aforementioned gap layer, and a part between the above 1st and the 2nd magnetic layer The process which is equipped with the process which forms the aforementioned thin film coil, and forms the 1st magnetic layer of the above so that it may be arranged in the state where it insulated to these the 1st and 2nd magnetic layers The magnetic pole partial layer which one field adjoins the aforementioned gap layer and contains the magnetic pole portion in the 1st magnetic layer, It connects with the field of another side of the aforementioned magnetic pole partial layer, and the yoke partial layer used as the yoke portion in the 1st magnetic layer is formed, and it is characterized by arranging the edge by the side of the medium opposed face of the aforementioned yoke partial layer in the position distant from the medium opposed face.

[Claim 24] The aforementioned magnetic pole partial layer is the manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 23 characterized by an end containing the portion which has been arranged at the medium opposed face, and which has width of face equal to the width of recording track.

[Claim 25] The aforementioned magnetic pole partial layer is the manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 23 characterized by including the 2nd portion which a medium opposed face is arranged at an opposite side, and has larger width of face than the width of recording track rather than the 1st portion which an end is arranged at a medium opposed face and has width of face equal to the width of recording track, and the 1st portion of the above.

[Claim 26] Furthermore, the manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 23 to 25 characterized by having the process which forms the insulating-layer stowage which contains the insulating layer for a throat height convention for specifying throat height, and the process which forms the insulating layer for a throat height convention so that it may be contained by the aforementioned insulating-layer stowage to the aforementioned magnetic pole partial layer.

[Claim 27] The process which forms the aforementioned thin film coil is the manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 23 to 26 characterized by arranging some aforementioned thin film coils [at least] to the side of the aforementioned magnetic pole partial layer.

[Claim 28] Furthermore, the manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 27 characterized by having the process which forms the coil insulation layer to which some thin film coils [at least] arranged in the side of the aforementioned magnetic pole partial layer were covered, and flattening of the field by the side of the aforementioned gap layer was carried out with the field by the side of the gap layer in the aforementioned magnetic pole partial layer.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention — at least — an induction type — electromagnetism — it is related with the thin film magnetic head which has a sensing element, and its manufacture method

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the improvement in a performance of the thin film magnetic head is called for with improvement in the field recording density of a hard disk drive unit. As the thin film magnetic head — the induction type for writing — electromagnetism — the compound-die thin film magnetic head of the structure which carried out the laminating of the reproducing head which reads with the recording head which has a sensing element, and has the magnetic-reluctance (it is hereafter described also as MR (Magnetoresistive)) element of business is used widely

[0003] By the way, in order to raise recording density among the performances of a recording head, it is necessary to raise the track density in a magnetic-recording medium. It is necessary to realize the recording head of the truck structure which narrowed width of face in the pneumatic bearing side of the lower magnetic pole formed in the upper and lower sides on both sides of the record gap layer, and an up magnetic pole from several microns to the submicron size, and for that, in order to attain this, semiconductor processing technology is used.

[0004] Here, with reference to drawing 26 or drawing 29, an example of the manufacture method of the compound-die thin film magnetic head is explained as an example of the manufacture method of the conventional thin film magnetic head. In addition, in drawing 26 or drawing 29, (a) shows a cross section perpendicular to a pneumatic bearing side, and (b) shows the cross section parallel to the pneumatic bearing side of a magnetic pole portion.

[0005] By this manufacture method, first, as shown in drawing 26, the insulating layer 102 which consists of an alumina (aluminum 2O3) is deposited by the thickness of about 5-10 micrometers on the substrate 101 which consists of ARUTIKKU (aluminum 2O3, TiC). Next, the lower shield layer 103 for the reproducing heads which consists of a magnetic material is formed on an insulating layer 102.

[0006] Next, on the lower shield layer 103, the sputter deposition of the alumina is carried out at the thickness of 100-200nm, and the lower shield gap film 104 as an insulating layer is formed. Next, the MR element 105 for reproduction is formed on the lower shield gap film 104 at the thickness of dozens of nm. Next, the electrode layer 106 of the couple electrically connected to the MR element 105 is formed on the lower shield gap film 104.

[0007] Next, the up shield gap film 107 as an insulating layer is formed on the lower shield gap film 104 and the MR element 105, and the MR element 105 is laid underground in the shield gap film 104, 107.

[0008] Next, on the up shield gap film 107, it consists of a magnetic material and the lower [an up shield layer-cum-] magnetic pole layer (it is hereafter described as a lower magnetic pole layer) 108 used to the both sides of the reproducing head and a recording head is formed at the thickness of about 3 micrometers.

[0009] Next, as shown in drawing 27, the record gap layer 109 which consists of an insulator layer, for example, an alumina film, is formed on the lower magnetic pole layer 108 at the thickness of 0.2 micrometers. Next, for magnetic-path formation, the record gap layer 109 is *****ed partially and contact hole 109a is formed. Next, the up magnetic pole chip 110 which consists of a magnetic material for recording heads is formed on the record gap layer 109 in a magnetic pole portion at the thickness of 0.5-1.0 micrometers. At this time, the magnetic layer 119 which consists of a magnetic material for magnetic-path formation on contact hole 109a for magnetic-path formation is formed simultaneously.

[0010] Next, as shown in drawing 28, the record gap layer 109 and the lower magnetic pole layer 108 are *****ed by ion milling by using the up magnetic pole chip 110 as a mask. As shown in drawing 28 (b), the structure where some each side attachment walls of an up magnetic pole portion (up magnetic pole chip 110), the record gap layer 109, and the lower magnetic pole layer 108 were perpendicularly formed in the self-adjustment target is called trim (Trim) structure.

[0011] Next, the insulating layer 111 which consists of an alumina film is formed in the whole surface at the thickness of about 3 micrometers. Next, it grinds and flattening of this insulating layer 111 is carried out until it reaches the front face of the up magnetic pole chip 110 and a magnetic layer 119.

[0012] Next, the thin film coil 112 of the 1st layer for the recording heads of an induction type which consists of copper (Cu) is formed on the insulating layer 111 by which flattening was carried out. Next, a photoresist layer 113 is formed on an insulating layer 111 and a coil 112 at a predetermined pattern. Next, in order to make the front face of a photoresist layer 113 flat, it heat-treats at predetermined temperature. Next, the thin film coil 114 of the 2nd

layer is formed on a photoresist layer 113. Next, a photoresist layer 115 is formed on a photoresist layer 113 and a coil 114 at a predetermined pattern. Next, in order to make the front face of a photoresist layer 115 flat, it heat-treats at predetermined temperature.

[0013] Next, as shown in drawing 29, the up magnetic pole layer 116 which consists of a magnetic material for recording heads, for example, a permalloy, is formed on the up magnetic pole chip 110, a photoresist layer 113, 115, and a magnetic layer 119. Next, the overcoat layer 117 which consists of an alumina is formed on the up magnetic pole layer 116. Finally the slider containing above-mentioned each class is machined, the pneumatic bearing side 118 of the thin film magnetic head containing a recording head and the reproducing head is formed, and the thin film magnetic head is completed.

[0014] Drawing 30 is the plan of the thin film magnetic head shown in drawing 29. In addition, in this drawing, the overcoat layer 117, other insulating layers, and the insulator layer are omitted.

[0015] In drawing 29 (a), TH expresses throat height and MR-H expresses MR height. In addition, throat height means the length (height) from the edge by the side of a pneumatic bearing side of the portion which two magnetic pole layers counter through a record gap layer to the edge of an opposite side. Moreover, MR height means the length (height) from the edge by the side of the pneumatic bearing side of MR element to the edge of an opposite side. Moreover, in drawing 29 (b), P2W express magnetic pole width of face, i.e., recording track width of face. There is an apex angle (Apex Angle) as shown by theta else [such as throat height and MR height,] in drawing 29 (a) as a factor which determines the performance of the thin film magnetic head. This apex angle says the angle of the straight line which connects the corner of the side by the side of the magnetic pole in the coil portion (henceforth the apex section) which was covered by the photoresist layer 113, 115 and rose in the shape of a mountain, and the upper surface of an insulating layer 111 to make.

[0016]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In order to raise the performance of the thin film magnetic head, it is important to form correctly the throat height TH as shown in drawing 29, MR height MR-H, the apex angle theta, and recording track width-of-face P2W.

[0017] In order to enable high surface density record especially in recent years (i.e., in order to form the recording head of ** truck structure), the submicron size of 1.0 micrometers or less is demanded of width-of-recording-track P2W. Therefore, the technology of processing an up magnetic pole into a submicron size using semiconductor processing technology is needed.

[0018] Here, it poses a problem that it is difficult to form minutely the up magnetic pole layer formed on the apex section.

[0019] By the way, as a method of forming an up magnetic pole layer, as shown in JP,7-262519,A, the frame galvanizing method is used, for example. When forming an up magnetic pole layer using the frame galvanizing method, on the whole, the thin electrode layer which consists of a permalloy is first formed by sputtering on the apex section. Next, on it, a photoresist is applied, patterning is carried out according to a photolithography process, and the frame for plating (outer frame) is formed. And an up magnetic pole layer is formed by the galvanizing method by using as a seed layer the electrode layer formed previously.

[0020] However, there is the difference of elevation 7-10 micrometers or more in the apex section and other portions, for example. On this apex section, a photoresist is applied by the thickness of 3-4 micrometers. Supposing the thickness of the photoresist on the apex section is at least 3-micrometer or more need, since the photoresist with a fluidity gathers for the method of a low, in the lower part of the apex section, a photoresist film with a thickness of 8-10 micrometers or more will be formed, for example.

[0021] In order to realize recording track width of face of a submicron size as mentioned above, it is necessary to form the frame pattern of the width of face of a submicron size with a photoresist film. Therefore, you have to form a pattern with a detailed submicron size on the apex section with a photoresist film with the thickness of 8-10 micrometers or more. However, it was very difficult on the manufacturing process to form the photoresist pattern of such thick thickness by ** pattern width of face.

[0022] And at the time of exposure of a photolithography, the light for exposure reflects by the ground electrode layer as a seed layer, a photoresist exposes, collapse of a photoresist pattern etc. arises and a sharp and exact photoresist pattern is no longer obtained by this reflected light.

[0023] Thus, when magnetic pole width of face became a submicron size conventionally, there was a trouble that it became difficult to form an up magnetic layer with a sufficient precision.

[0024] As drawing 27 of the above-mentioned conventional example or the process of drawing 29 also showed, after forming the width of recording track 1.0 micrometers or less from such a thing with the up magnetic pole chip 110, effective in formation of the ** truck of a recording head, the method of forming the up magnetic pole layer 116 used as the yoke portion connected with this up magnetic pole chip 110 is also adopted (refer to JP,62-245509,A and JP,60-10409,A). Thus, it becomes possible by dividing the usual up magnetic pole layer into the up magnetic pole layer 116 used as the up magnetic pole chip 110 and a yoke portion to form somewhat minutely the up magnetic pole chip 110 which determines recording track width of face on the flat film on the record gap layer 109.

[0025] Moreover, the thin film magnetic head which constituted the magnetic pole portion from two layers of the layer used as the included layer and a yoke portion is indicated by JP,6-314413,A in the both sides of an up magnetic pole layer and a lower magnetic pole layer.

[0026] However, also in the thin film magnetic head shown in drawing 29, the apical surface of the layer used as a yoke portion is exposed to a pneumatic bearing side also in the thin film magnetic head indicated by JP,6-314413,A.

Therefore, in such the thin film magnetic head, not only the layer containing a magnetic pole portion but the layer side used as a yoke portion had the trouble which writing is performed and writes data also in fields other than the field which should originally be recorded to a record medium that the so-called side light was generated.

[0027] Moreover, in the thin film magnetic head indicated by JP,6-314413,A, the width of face of a total of four layers of two layers, two layers of an up magnetic pole layer and lower magnetic pole layers, is equally formed in the magnetic pole portion. Thus, as a method of forming four layers so that width of face may become equal in a magnetic pole portion, how to form each class so that the configuration of the magnetic pole portion of each class may be decided at the time of formation of each class, and the method of bundling up four layers and *****ing so that the width of face of four layers in a magnetic pole portion may become equal after forming four layers can be considered.

[0028] However, there is a trouble that it is difficult to determine the configuration of the magnetic pole portion of each class with a sufficient precision, and to perform alignment of the magnetic pole portion of each class with a sufficient precision when recording track width of face is made small especially by the method of forming each class so that the configuration of the magnetic pole portion of each class may be decided at the time of formation of each class.

[0029] Moreover, by the method of bundling up four layers and *****ing, while etching takes much time, there is a trouble that it is difficult to determine the configuration of the magnetic pole portion of four layers with a sufficient precision.

[0030] Moreover, in the conventional thin film magnetic head, there was a trouble that it was difficult to shorten magnetic-path length (Yoke Length). That is, although the recording head which could realize the short head of magnetic-path length and was excellent in especially the RF property could be formed so that the coil pitch was small, when a coil pitch was made small infinite, the distance from a throat height zero position (position of the edge by the side of the pneumatic bearing side of the insulating layer which determines throat height) to the periphery edge of a coil had become the big factor which bars shortening magnetic-path length. Since magnetic-path length can do the two-layer coil short rather than the coil of one layer, he has adopted the two-layer coil in the recording head for many RFs. However, by the conventional magnetic head, after forming the coil of the 1st layer, in order to form the insulator layer between coils, the photoresist film is formed by the thickness of about 2 micrometers. Therefore, the small apex roundish [wore] is formed in the periphery edge of the coil of the 1st layer. Next, although the coil of a two-layer eye is formed on it, since etching of the seed layer of a coil cannot be performed but a coil short-circuits by the ramp of the apex section in that case, it is necessary to form the coil of a two-layer eye in a flat part.

[0031] When follow, for example, thickness of a coil is set to 2-3 micrometers, thickness of the insulator layer between coils is set to 2 micrometers and an apex angle is made into 45 degrees - 55 degrees, as magnetic-path length Double precision of the 3-4-micrometer distance which is the distance of a up to [from the periphery edge of a coil] near the throat height zero position in addition to the length of the portion corresponding to a coil (3-4 micrometers also of distance from the contact section of an up magnetic pole layer and a lower magnetic pole layer to a coil inner circumference edge are also required.) 6-8 micrometers is required. Length other than the portion corresponding to this coil had become the factor which bars reduction of magnetic-path length.

[0032] Here, the case where the 11-volume coil whose space the line breadth of a coil is 1.2 micrometers and is 0.8 micrometers is formed by two-layer is considered. In this case, as shown in drawing 29, when it is made the 1st layer into six volumes and a two-layer eye is made into five volumes, the length of the portion corresponding to the coil 112 of the 1st layer is 11.2 micrometers among magnetic-path length. A length of a total of six - 8 micrometers is needed for magnetic-path length as a distance to the edge of the photoresist layer 113 for insulating the coil 112 of the 1st layer from the periphery edge and inner circumference edge of a coil 112 of the 1st layer. Therefore, magnetic-path length is set to 17.2-19.2 micrometers. Moreover, if a 11-volume coil is formed by one layer, magnetic-path length is set to 27.2-29.2 micrometers. In addition, as the sign L0 showed magnetic-path length in drawing 29, the length of the portion except the magnetic pole portion of the magnetic pole layers and the contact portion expresses with this application. Thus, conventionally, reduction of magnetic-path length is difficult and this had barred the improvement of a RF property.

[0033] that by which this invention was made in view of this trouble — it is — the 1st purpose — an induction type — electromagnetism — while being able to form the magnetic pole portion of a sensing element with a sufficient precision, it is in offering the thin film magnetic head which enabled it to prevent the writing of the data to fields other than the field which should be recorded, and its manufacture method

[0034] The 2nd purpose of this invention is to offer the thin film magnetic head which enabled reduction of magnetic-path length, and its manufacture method in addition to the 1st purpose of the above.

[0035]

[Means for Solving the Problem] The medium opposed face to which the 1st thin film magnetic head of this invention counters a record medium, The 1st and 2nd magnetic layers which contain at least one layer including the magnetic pole portion which each other is connected magnetically and counters a medium opposed face side mutually, respectively; At least the gap layer provided between the magnetic pole portion of the 1st magnetic layer and the magnetic pole portion of the 2nd magnetic layer and a part between the 1st and 2nd magnetic layers. It is the thin film magnetic head equipped with the thin film coil prepared in the state where it is insulated to the 1st and 2nd magnetic layers. The 1st magnetic layer The 1st magnetic pole partial layer which one field adjoins a gap layer and contains the magnetic pole portion in the 1st magnetic layer, It connects with the field of another side of the

1st magnetic pole partial layer, and has the 1st yoke partial layer used as the yoke portion in the 1st magnetic layer. The 2nd magnetic layer The 2nd magnetic pole partial layer which one field adjoins a gap layer and contains the magnetic pole portion in the 2nd magnetic layer. It connects with the field of another side of the 2nd magnetic pole partial layer, and has the 2nd yoke partial layer used as the yoke portion in the 2nd magnetic layer, and the edge by the side of each medium opposed face of the 1st yoke partial layer and the 2nd yoke partial layer is arranged in the position distant from the medium opposed face, respectively.

[0036] The manufacture method of the 1st thin film magnetic head of this invention The medium opposed face which counters a record medium, and the 1st and 2nd magnetic layers which contain at least one layer including the magnetic pole portion which each other is connected magnetically and counters a medium opposed face side mutually, respectively. At least the gap layer prepared between the magnetic pole portion of the 1st magnetic layer and the magnetic pole portion of the 2nd magnetic layer and a part between the 1st and 2nd magnetic layers The process which is the method of manufacturing the thin film magnetic head equipped with the thin film coil prepared in the state where it insulated to the 1st and 2nd magnetic layers, and forms the 1st magnetic layer. At least the process which forms a gap layer on the 1st magnetic layer, the process which forms the 2nd magnetic layer on a gap layer, and a part between the 1st and 2nd magnetic layers The process which is equipped with the process which forms a thin film coil, and forms the 1st magnetic layer so that it may be arranged in the state where it insulated to these the 1st and 2nd magnetic layers The 1st magnetic pole partial layer which one field adjoins a gap layer and contains the magnetic pole portion in the 1st magnetic layer. Connect with the field of another side of the 1st magnetic pole partial layer, and the 1st yoke partial layer used as the yoke portion in the 1st magnetic layer is formed. And the process which arranges the edge by the side of the medium opposed face of the 1st yoke partial layer in the position distant from the medium opposed face, and forms the 2nd magnetic layer The 2nd magnetic pole partial layer which one field adjoins a gap layer and contains the magnetic pole portion in the 2nd magnetic layer. It connects with the field of another side of the 2nd magnetic pole partial layer, and the 2nd yoke partial layer used as the yoke portion in the 2nd magnetic layer is formed, and the edge by the side of the medium opposed face of the 2nd yoke partial layer is arranged in the position distant from the medium opposed face.

[0037] By the 1st thin film magnetic head or its manufacture method of this invention both, since it is arranged in the position where the 1st magnetic layer and 2nd magnetic layer have a magnetic pole partial layer and a yoke partial layer, and the edge by the side of the medium opposed face of each yoke partial layer separated from the medium opposed face, it is possible to form two magnetic pole partial layers with a sufficient precision, and, thereby, it becomes possible to form a magnetic pole portion with a sufficient precision. Moreover, in this invention, since the edge by the side of the medium opposed face of each yoke partial layer is arranged in the position distant from the medium opposed face, the writing of the data to fields other than the field which should be recorded is prevented.

[0038] In the 1st thin film magnetic head or its manufacture method of this invention, the 1st magnetic pole partial layer and the 2nd magnetic pole partial layer may contain the portion which has the width of face equal to the width of recording track by which the end has been arranged at the medium opposed face, respectively.

[0039] Moreover, in the 1st thin film magnetic head or its manufacture method of this invention, the 2nd portion into which a medium opposed face is arranged at an opposite side, and has larger width of face than the width of recording track may be included rather than the 1st portion into which an end is arranged at a medium opposed face and at least one side of the 1st magnetic pole partial layer and the 2nd magnetic pole partial layer has width of face equal to the width of recording track, and the 1st portion.

[0040] Moreover, in the 1st thin film magnetic head or its manufacture method of this invention, it is formed in one side of the 1st magnetic pole partial layer and the 2nd magnetic pole partial layer, and the insulating-layer stowage which contains the insulating layer for a throat height convention for specifying throat height, and the insulating-layer for a throat height convention contained by the insulating-layer stowage may be prepared.

[0041] Moreover, in the 1st thin film magnetic head or its manufacture method of this invention, some thin film coils [at least] may be arranged in the side of the 1st magnetic pole partial layer. In this case, some thin film coils [at least] arranged in the side of the 1st magnetic pole partial layer may be covered, and the coil insulation layer to which flattening of the field by the side of a gap layer was carried out with the field by the side of the gap layer in the 1st magnetic pole partial layer may be prepared.

[0042] Moreover, in the 1st thin film magnetic head or its manufacture method of this invention, some thin film coils [at least] may be arranged in the side of the 2nd magnetic pole partial layer. In this case, some thin film coils [at least] arranged in the side of the 2nd magnetic pole partial layer may be covered, and the coil insulation layer to which flattening of the field by the side of the 2nd yoke partial layer was carried out with the field by the side of the 2nd yoke partial layer in the 2nd magnetic pole partial layer may be prepared.

[0043] The medium opposed face to which the 2nd thin film magnetic head of this invention counters a record medium. The reproducing head which has the 1st and 2nd shield layers which are arranged so that a magnetic resistance element and the part by the side of a medium opposed face may counter on both sides of a magnetic resistance element, and shield a magnetic resistance element. The 1st and 2nd magnetic layers which contain at least one layer including the magnetic pole portion which each other is connected magnetically and counters a medium opposed face side mutually, respectively. At least the gap layer prepared between the magnetic pole portion of the 1st magnetic layer and the magnetic pole portion of the 2nd magnetic layer and a part between the 1st and 2nd magnetic layers It has the recording head which has the thin film coil prepared in the state where it insulated to the 1st and 2nd magnetic layers. The 1st magnetic layer is the thin film magnetic head arranged at the reproducing-head side among the 1st and 2nd magnetic layers. the 1st magnetic layer The magnetic pole partial layer which on

field adjoins a gap layer and contains the magnetic pole portion in the 1st magnetic layer, It connects with the field of another side of a magnetic pole partial layer, and has a yoke partial layer used as the yoke portion in the 1st magnetic layer, and the edge by the side of the medium opposed face of a yoke partial layer is arranged in the position distant from the medium opposed face.

[0044] The manufacture method of the 2nd thin film magnetic head of this invention is a method of manufacturing the thin film magnetic head equipped with the medium opposed face and the reproducing head which counter a record medium, and the recording head. In the thin film magnetic head, the reproducing head is arranged so that a magnetic resistance element and the part by the side of a medium opposed face may counter on both sides of a magnetic resistance element, and it has the 1st and 2nd shield layers which shield a magnetic resistance element. The 1st and 2nd magnetic layers which contain at least one layer including the magnetic pole portion which the recording head of each other is connected magnetically and counters a medium opposed face side mutually, respectively, It has the gap layer prepared between the magnetic pole portion of the 1st magnetic layer, and the magnetic pole portion of the 2nd magnetic layer, and the thin film coil with which the part [at least] was prepared in the state where it insulated to the 1st and 2nd magnetic layers between the 1st and 2nd magnetic layers. Moreover, in the thin film magnetic head, the 1st magnetic layer is arranged among the 1st and 2nd magnetic layers at the reproducing-head side.

[0045] The manufacture method of the 2nd thin film magnetic head of this invention At least the process which forms the reproducing head, the process which forms the 1st magnetic layer, the process which forms a gap layer on the 1st magnetic layer, the process which forms the 2nd magnetic layer on a gap layer, and a part between the 1st and 2nd magnetic layers. The process which is equipped with the process which forms a thin film coil, and forms the 1st magnetic layer so that it may be arranged in the state where it insulated to these the 1st and 2nd magnetic layers. The magnetic pole partial layer which one field adjoins a gap layer and contains the magnetic pole portion in the 1st magnetic layer, It connects with the field of another side of a magnetic pole partial layer, and the yoke partial layer used as the yoke portion in the 1st magnetic layer is formed, and the edge by the side of the medium opposed face of a yoke partial layer is arranged in the position distant from the medium opposed face.

[0046] By the 2nd thin film magnetic head or its manufacture method of this invention, since it is arranged in the position where the 1st magnetic layer has a magnetic pole partial layer and a yoke partial layer, and the edge by the side of the medium opposed face of a yoke partial layer separated from the medium opposed face, it is possible to form the magnetic pole partial layer of the 1st magnetic layer with a sufficient precision, and, thereby, it becomes possible to form a magnetic pole portion with a sufficient precision. Moreover, in this invention, since the edge by the side of the medium opposed face of a yoke partial layer is arranged in the position distant from the medium opposed face, the writing of the data to fields other than the field which should be recorded is prevented.

[0047] In the 2nd thin film magnetic head or its manufacture method of this invention, the magnetic pole partial layer may contain the portion which has the width of face equal to the width of recording track by which the end has been arranged at the medium opposed face.

[0048] Moreover, in the 2nd thin film magnetic head or its manufacture method of this invention, the 2nd portion into which a medium opposed face is arranged at an opposite side, and has larger width of face than the width of recording track may be included rather than the 1st portion into which an end is arranged at a medium opposed face and a magnetic pole partial layer has width of face equal to the width of recording track, and the 1st portion.

[0049] Moreover, in the 2nd thin film magnetic head or its manufacture method of this invention, it is formed in a magnetic pole partial layer, and the insulating-layer stowage which contains the insulating layer for a throat height convention for specifying throat height, and the insulating layer for a throat height convention contained by the insulating-layer stowage may be prepared.

[0050] Moreover, in the 2nd thin film magnetic head or its manufacture method of this invention, some thin film coils [at least] may be arranged in the side of a magnetic pole partial layer. In this case, some thin film coils [at least] arranged in the side of a magnetic pole partial layer may be covered, and the coil insulation layer to which flattening of the field by the side of a gap layer was carried out with the field by the side of the gap layer in a magnetic pole partial layer may be prepared.

[0051]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained in detail with reference to a drawing.

[the gestalt of the 1st operation] — with reference to drawing 1 or drawing 9, the thin film magnetic head concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention and its manufacture method are explained first. In addition, in drawing 1 or drawing 8, (a) shows a cross section perpendicular to a pneumatic bearing side, and (b) shows the cross section parallel to the pneumatic bearing side of a magnetic pole portion.

[0052] By the manufacture method of the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation, first, as shown in drawing 1, the insulating layer 2 which consists of an alumina (aluminum $2O_3$) is deposited by the thickness of about 5 micrometers on the substrate 1 which consists of ARUTIKKU (aluminum $2O_3$, TiC). Next, the lower shield layer 3 for the reproducing heads which consists of a magnetic material, for example, a permalloy, is formed on an insulating layer 2 at the thickness of about 3 micrometers. The lower shield layer 3 uses for example, a photoresist film as a mask, and forms it alternatively on an insulating layer 2 by the galvanizing method. Next, it grinds until it forms in the thickness of 4-5 micrometers the insulating layer 31 which consists of an alumina, for example, the lower shield layer 3 is exposed to the whole with chemical machinery polish (it is hereafter described as CMP), and flattening processing of the front face is carried out.

[0053] Next, the lower shield gap film 4 as an insulator layer is formed on the lower shield layer 3 at the thickness of about 20–40nm. Next, the MR element 5 for reproduction is formed on the lower shield gap film 4 at the thickness of dozens of nm. The MR element 5 forms MR film formed by the sputter by ***** alternatively. In addition, the element using the magnetosensitive film in which the magnetoresistance effects, such as the AMR element, a GMR element, or a TMR (tunnel magnetoresistance effect) element, are shown can be used for the MR element 5. Next, the electrode layer 6 of the couple electrically connected to the MR element 5 is formed on the lower shield gap film 4 at the thickness of dozens of nm. Next, the up shield gap film 7 as an insulator layer is formed on the lower shield gap film 4 and the MR element 5 at the thickness of about 20–40nm, and the MR element 5 is laid underground in the shield gap film 4 and 7. As an insulating material used for the shield gap films 4 and 7, there are an alumina, aluminium nitride, diamond-like carbon (DLC), etc. Moreover, the shield gap films 4 and 7 may be formed by the sputter, and may be formed by the chemical vapor-growth (CVD) method. In forming the shield gap films 4 and 7 which consist of an alumina film by CVD, as a material, it uses a trimethylaluminum (aluminum3 (CH₃)) and H₂O. If CVD is used, it will become it is thin, and is precise and possible to form the few shield gap films 4 and 7 of a pinhole.

[0054] Next, the up shield layer 8 for the reproducing heads which consists of a magnetic material, for example, a permalloy, is formed on the up shield gap film 7 at the thickness of 1.0 micrometers.

[0055] Next, the insulator layer 9 which consists of an alumina in order to insulate the reproducing head and a recording head magnetically is formed on the up shield layer 8 at the thickness of 0.1–0.2 micrometers.

[0056] Next, as shown in drawing 2, yoke partial layer 10b which becomes a yoke portion in the lower magnetic pole layer 10 for recording heads by the magnetic material is alternatively formed by the thickness of 1.5 micrometers on an insulator layer 9. In addition, the lower magnetic pole layer 10 consists of this yoke partial layer 10b, and magnetic pole partial layer 10a and connection slice 10c which are mentioned later. The edge by the side of the pneumatic bearing side 30 of yoke partial layer 10b is arranged in the position distant from the pneumatic bearing side 30.

[0057] Using NiFe (nickel:80 % of the weight, Fe:20 % of the weight), NiFe (nickel:45 % of the weight, Fe:55 % of the weight) which is high saturation-magnetic-flux-density material, yoke partial layer 10b may be formed by the galvanizing method, and may be formed by the sputter using material, such as FeN, FeZrN, etc. which are high saturation-magnetic-flux-density material. In addition, you may use CoFe, Co system amorphous material, etc. which are high saturation-magnetic-flux-density material.

[0058] Next, it grinds until it forms in the thickness of about 2–3 micrometers the insulating layer which consists of an alumina, for example, yoke partial layer 10b is exposed to the whole with CMP, and flattening processing of the front face is carried out. Thereby, as shown in drawing 2, in the portion from the edge by the side of the pneumatic bearing side 30 of yoke partial layer 10b to the pneumatic bearing side 30, an insulating layer 11 is formed on an insulator layer 9. Moreover, an insulating layer 32 is formed in other portions on an insulator layer 9.

[0059] Next, as shown in drawing 3, while forming magnetic pole partial layer 10a of the lower magnetic pole layer 10 on an insulating layer 11 and yoke partial layer 10b, connection slice 10c is formed on yoke partial layer 10b. Magnetic pole partial layer 10a contains the magnetic pole portion in the lower magnetic pole layer 10. Connection slice 10c is arranged in the position near the center of the thin film coil mentioned later. Thickness of magnetic pole partial layer 10a and connection slice 10c is set to 1.0 micrometers.

[0060] Using NiFe (nickel:80 % of the weight, Fe:20 % of the weight), NiFe (nickel:45 % of the weight, Fe:55 % of the weight) which is high saturation-magnetic-flux-density material, magnetic pole partial layer 10a of the lower magnetic pole layer 10 and connection slice 10c may be formed by the galvanizing method, and may be formed by the sputter using material, such as FeN, FeZrN, etc. which are high saturation-magnetic-flux-density material. In addition, you may use CoFe, Co system amorphous material, etc. which are high saturation-magnetic-flux-density material.

[0061] Next, only 0.3–0.6 micrometers ***** the portion of an opposite side by ion milling etc. in the pneumatic bearing side 30 from a desired throat height zero position among the upper surfaces of magnetic pole partial layer 10a. The insulating-layer stowage 12 which contains by this the insulating layer for a throat height convention for specifying the throat height later mentioned into the portion of an opposite side in a throat height zero position to the pneumatic bearing side 30 in magnetic pole partial layer 10a is formed.

[0062] Next, it grinds until it forms in the thickness of about 2–3 micrometers the insulating layer 13 which consists of an alumina, for example, magnetic pole partial layer 10a and connection slice 10c are exposed to the whole with CMP, and flattening processing of the front face is carried out. As shown in drawing 3, the portion contained by the insulating-layer stowage 12 among insulating layers 13 serves as an insulating layer for a throat height convention.

[0063] Next, as shown in drawing 4, the record gap layer 14 which becomes the whole from an insulating material is formed in the thickness of 0.1–0.15 micrometers. Generally as an insulating material used for the record gap layer 14, there are an alumina, aluminium nitride, silicon oxide system material, silicon nitride system material, diamond-like carbon (DLC), etc. Moreover, the record gap layer 14 may be formed by the sputter, and may be formed by the chemical vapor-growth (CVD) method. In forming the record gap layer 14 which consists of an alumina film by CVD, as a material, it uses a trimethylaluminum (aluminum3 (CH₃)) and H₂O. If CVD is used, it will become it is thin, and is precise and possible to form the few record gap layer 14 of a pinhole.

[0064] Next, for magnetic-path formation, in the position near the center of the thin film coil mentioned later, the record gap layer 14 is *****ed partially and contact hole 14A is formed.

[0065] Next, the 1st layer portion 15 of the thin film coil which consists of copper is formed by the frame galvanizing

method on the record gap layer 14 by the thickness of 1.0-2.0 micrometers, and the 1.2-2.0-micrometer coil pitch. The 1st layer portion 15 of a thin film coil is formed so that it may be wound focusing on connection slice 10c. In addition, sign 15a shows among drawing the connection for connecting with the 2nd layer portion 20 which mentions the 1st layer portion 15 of a thin film coil later. Next, a photoresist layer 16 is formed so that the 1st layer portion 15 of a thin film coil may be enclosed.

[0066] Next, as shown in drawing 5, in the position near [by the side of the pneumatic bearing side 30 of the record gap layer 14] the edge, magnetic pole partial layer 17a containing the magnetic pole portion in the up magnetic pole layer 17 is formed on the record gap layer 14. At this time, simultaneously, connection slice 17c is formed on contact hole 14A, and the connection layer 18 is formed on connection 15a in the 1st layer portion 15 of a thin film coil. Magnetic pole partial layer 17a, connection slice 17c, and the connection layer 18 are formed by the same magnetic material, and set thickness to 3 micrometers. Connection slice 17c is connected to connection slice 10c of the lower magnetic pole layer 10. The up magnetic pole layer 17 consists of magnetic pole partial layer 17a and connection slice 17c, and yoke partial layer 17b mentioned later.

[0067] Magnetic pole partial layer 17a, connection slice 17c, and the connection layer 18 NiFe (nickel:80 % of the weight, Fe:20 % of the weight), NiFe (nickel:45 % of the weight, Fe:55 % of the weight) which is high saturation-magnetic-flux-density material are used. It may form in a predetermined pattern by the galvanizing method, and using material, such as FeN, FeZrN, etc. which are high saturation-magnetic-flux-density material, after a spatter, it alternatively and you may form in a predetermined pattern by ion milling etc. In addition, you may use CoFe, Co system amorphous material, etc. which are high saturation-magnetic-flux-density material.

[0068] Next, as shown in drawing 6, in the circumference of magnetic pole partial layer 17a, the record gap layer 14 is alternatively *****ed by dry etching by using magnetic pole partial layer 17a as a mask. Reactive ion etching (it is hereafter described as RIE.) which used gas, such as chlorine-based gas of BCl₂ and Cl₂ grade and fluorine system gas of CF₄ and SF₆ grade, is used for the dry etching at this time. Next, in the circumference of magnetic pole partial layer 17a, it considers as trim structure as *****s about about 0.3-0.6 micrometers alternatively and showed magnetic pole partial layer 10a of the lower magnetic pole layer 10 to drawing 6 (b) by the ion milling using argon system gas by using magnetic pole partial layer 17a as a mask. According to this trim structure, the increase in the effective width of recording track by the breadth of the magnetic flux generated at the time of the writing of a ** truck can be prevented. In addition, you may make equal the width of face of magnetic pole partial layer 17a and the width of face of magnetic pole partial layer 10a in the pneumatic bearing side 30 over the whole thickness direction. In this case, in the circumference of magnetic pole partial layer 17a, magnetic pole partial layer 17a is used as a mask, and you may ***** the record gap layer 14 and magnetic pole partial layer 10a, and may ***** magnetic pole partial layer 17a, the record gap layer 14, and magnetic pole partial layer 10a by using as a mask the mask layer formed on magnetic pole partial layer 17a.

[0069] Next, the coil insulation layer 19 which consists of an alumina is formed in the whole at the thickness of about 3-4 micrometers. Next, for example by CMP, the coil insulation layer 19 is ground and flattening processing of the front face is carried out until magnetic pole partial layer 17a, connection slice 17c, and the connection layer 18 are exposed.

[0070] Next, as shown in drawing 7, the 2nd layer portion 20 of the thin film coil which consists of copper is formed by the frame galvanizing method on the coil insulation layer 19 by the thickness of 1.0-2.0 micrometers, and the 1.2-2.0-micrometer coil pitch. The 2nd layer portion 20 of a thin film coil is formed so that it may be wound focusing on connection slice 17c. In addition, sign 20a shows the connection for connecting the 2nd layer portion 20 of a thin film coil to the 1st layer portion 15 among drawing. Connection 20a is connected to connection 15a of the 1st layer portion 15 through the connection layer 18. Next, a photoresist layer 21 is formed so that the 2nd layer portion 20 of a thin film coil may be covered.

[0071] Next, as shown in drawing 8, yoke partial layer 17b used as the yoke portion of the up magnetic pole layer 17 is formed at the thickness of 2.0-3.0 micrometers on magnetic pole partial layer 17a, a photoresist layer 21, and connection slice 17c. Using NiFe (nickel:80 % of the weight, Fe:20 % of the weight), NiFe (nickel:45 % of the weight, Fe:55 % of the weight) which is high saturation-magnetic-flux-density material, yoke partial layer 17b may be formed in a predetermined pattern by the galvanizing method, using material, such as FeN, FeZrN, etc. which are high saturation-magnetic-flux-density material, *****s alternatively and may be formed in a predetermined pattern by ion milling etc. after a spatter. In addition, you may use CoFe, Co system amorphous material, etc. which are high saturation-magnetic-flux-density material. Moreover, it is good also as structure which laid the insulator layer of an inorganic system, and magnetic layers, such as a permalloy, on top of many layers for yoke partial layer 17b because of an improvement of a RF property.

[0072] Moreover, the edge by the side of the pneumatic bearing side 30 of yoke partial layer 17b is arranged in the position distant from the pneumatic bearing side 30.

[0073] Next, the overcoat layer 22 which consists of an alumina is formed in the thickness of 20-40 micrometers, flattening of the front face is carried out to the whole, and the pad for electrodes which is not illustrated is formed on it. Finally polish processing of the slider containing above-mentioned each class is performed, the pneumatic bearing side 30 of the thin film magnetic head containing a recording head and the reproducing head is formed, and the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation is completed.

[0074] Drawing 9 is a perspective diagram in which it is shown near the magnetic pole portions of the lower magnetic pole layer 10 in the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation, and the up magnetic pole layer 17.

[0075] With the gestalt of this operation, the lower magnetic pole layer 10 is equivalent to the 1st magnetic layer in this invention, and the up magnetic pole layer 17 is equivalent to the 2nd magnetic layer in this invention. Moreover, the lower shield layer 3 is equivalent to the 1st shield layer in this invention, and the up shield layer 8 is equivalent to the 2nd shield layer in this invention.

[0076] As explained above, the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation is equipped with the medium opposed face (pneumatic bearing side 30) which counters a record medium, the reproducing head, and the recording head (induction type electromagnetism sensing element). The reproducing head and the recording head are magnetically insulated by the insulator layer 9.

[0077] The reproducing head is arranged so that the MR element 5 and the part by the side of the pneumatic bearing side 30 may counter on both sides of the MR element 5, and it has the lower shield layer 3 and the up shield layer 8 which shield the MR element 5.

[0078] The lower magnetic pole layer 10 and the up magnetic pole layer 17 which contain at least one layer including the magnetic pole portion which the recording head of each other is connected magnetically and counters the pneumatic bearing side 30 side mutually, respectively. It has the record gap layer 14 prepared between each magnetic pole portion of these two magnetic pole layers 10 and 17, and the thin film coils 15 and 20 with which the part [at least] was arranged in the state where it is insulated to two magnetic pole layers 10 and 17 between these two magnetic pole layers 10 and 17.

[0079] One field (upper surface) adjoins the record gap layer 14, it connects with the field (inferior surface of tongue) of another side of magnetic pole partial layer 10a containing the magnetic pole portion in the lower magnetic pole layer 10, and magnetic pole partial layer 10a, and the lower magnetic pole layer 10 has yoke partial layer 10b used as the yoke portion in the lower magnetic pole layer 10. The edge by the side of the pneumatic bearing side 30 of yoke partial layer 10b is arranged in the position distant from the pneumatic bearing side 30. The insulating layer 11 is arranged at the portion from the edge by the side of the pneumatic bearing side 30 of yoke partial layer 10b to the pneumatic bearing side 30.

[0080] One field (inferior surface of tongue) adjoins the record gap layer 14, it connects with the field (upper surface) of another side of magnetic pole partial layer 17a containing the magnetic pole portion in the up magnetic pole layer 17, and magnetic pole partial layer 17a, and the up magnetic pole layer 17 has yoke partial layer 17b used as the yoke portion in the up magnetic pole layer 17. The edge by the side of the pneumatic bearing side 30 of yoke partial layer 17b is arranged in the position distant from the pneumatic bearing side 30.

[0081] Moreover, as shown in drawing 9, magnetic pole partial layer 10a in the lower magnetic pole layer 10 contains the 2nd portion 10a2 into which an end is arranged in the pneumatic bearing side 30, and the 1st portion 10a1 which has width of face at least with a part equal to recording track width of face, and the pneumatic bearing side 30 in the 1st portion 10a1 are connected with an opposite side, and have larger width of face than recording track width of face. Moreover, the insulating-layer stowage 12 is formed in the field by the side of the record gap layer 14 of magnetic pole partial layer 10a in the pneumatic bearing side 30 from the throat height zero position at the portion of an opposite side. The insulating layer for a throat height convention which is a part of insulating layer 13 (not shown in drawing 9) is contained by this insulating-layer stowage 12. With the gestalt of this operation, the edge by the side of the pneumatic bearing side 30 of the insulating-layer stowage 12 specifies throat height.

[0082] The 2nd portion 17a2 into which the 1st portion 17a1 into which an end is arranged in the pneumatic bearing side 30, and magnetic pole partial layer 17a in the up magnetic pole layer 17 has width of face equal to recording track width of face, and the pneumatic bearing side 30 in the 1st portion 17a1 are connected with an opposite side, and have larger width of face than recording track width of face is included.

[0083] Moreover, the 1st layer portion 15 of a thin film coil is arranged in the side of magnetic pole partial layer 17a of the up magnetic pole layer 17. The 1st layer portion 15 is covered by a photoresist layer 16 and the coil insulation layer 19, and flattening of the upper surface of the coil insulation layer 19 is carried out with the upper surface of magnetic pole partial layer 17a. And the 2nd layer portion 20 of a thin film coil is formed on this coil insulation layer 19.

[0084] As explained above, with the gestalt of this operation, the lower magnetic pole layer 10 and the up magnetic pole layer 17 have the magnetic pole partial layers 10a and 17a and the yoke partial layers 10b and 17b, respectively. Therefore, according to the gestalt of this operation, it becomes possible to form minutely the magnetic pole partial layers 10a and 17a containing a magnetic pole portion with a sufficient precision. Moreover, with the gestalt of this operation, the edge by the side of the pneumatic bearing side 30 of each yoke partial layers 10b and 17b is arranged in the position distant from the pneumatic bearing side 30. Therefore, what is necessary is not to be about four layers of the magnetic pole partial layers 10a and 17a and the yoke partial layers 10b and 17b, and to make equal width of face of a magnetic pole portion with the gestalt of this operation, only about two layers of the magnetic pole partial layers 10a and 17a, when making equal the width of face of the magnetic pole portion of the up magnetic pole layer 17 and the width of face of the magnetic pole portion of the lower magnetic pole layer 10 in the pneumatic bearing side 30. Therefore, according to the gestalt of this operation, it can perform making equal width of face of the magnetic pole portion of the up magnetic pole layer 17, and width of face of the magnetic pole portion of the lower magnetic pole layer 10 with an easily and sufficient precision. According to the gestalt of this operation from the above thing, it becomes possible to form the magnetic pole portion of a recording head (induction type electromagnetism sensing element) with a sufficient precision.

[0085] Moreover, since the edge by the side of the pneumatic bearing side 30 of each yoke partial layers 10b and 17b has been arranged in the position distant from the pneumatic bearing side 30 according to the gestalt of this

operation, the writing of the data to fields other than the field which should be recorded, i.e., a side light, can be prevented.

[0086] By the way, by the compound-die thin film magnetic head of structure by which the lower magnetic pole layer of a recording head served as the up shield layer of the reproducing head, the trouble that a noise occurred or change of a regenerative signal became large was in the regenerative signal in the reproducing head immediately after record operation in a recording head conventionally. It is thought that one of the cause of the is the remnant magnetism generated in a record head end with record operation of a recording head and its change.

[0087] On the other hand, with the gestalt of this operation, while separating the up shield layer 8 of the reproducing head, and the lower magnetic pole layer 10 of a recording head, the insulator layer 9 is arranged among these. Thereby, the influence to the MR element 5 of the remnant magnetism generated in a recording head side can be reduced. Furthermore, with the gestalt of this operation, since the edge by the side of the pneumatic bearing side 30 of yoke partial layer 10b of the lower magnetic pole layer 10 is arranged in the position distant from the pneumatic bearing side 30 and the insulating layer 11 is arranged into the portion from the edge by the side of the pneumatic bearing side 30 of yoke partial layer 10b to the pneumatic bearing side 30, between the magnetic pole portion of a recording head and the MR elements 5 of the reproducing head is magnetically separable with an insulating layer 11. Consequently, according to the gestalt of this operation, the influence to the MR element 5 of the remnant magnetism generated in a recording head side can be further reduced by the insulating layer 11. Therefore, according to the gestalt of this operation, the noise and change which originate in record operation of a recording head and are generated in the regenerative signal in the reproducing head can be reduced.

[0088] Moreover, with the gestalt of this operation, the edge by the side of the pneumatic bearing side 30 of the insulating-layer stowage 12 has prescribed throat height. By the way, there is **** from which the saturation of magnetic flux produces the whole magnetic pole partial layer 10a of the lower magnetic pole layer 10 in this portion in order that the cross section of a magnetic path may decrease rapidly as length equal to throat height by part for the connection of magnetic pole partial layer 10a of the lower magnetic pole layer 10 and yoke partial layer 10b, when the edge of magnetic pole partial layer 10a prescribes throat height. This becomes remarkable when especially throat height becomes small.

[0089] On the other hand, with the gestalt of this operation, the insulating-layer stowage 12 was formed in magnetic pole partial layer 10a of the lower magnetic pole layer 10, and the edge by the side of the pneumatic bearing side 30 of this insulating-layer stowage 12 has prescribed throat height. Therefore, according to the gestalt of this operation, also in the position distant from the pneumatic bearing side 30, magnetic pole partial layer 10a and yoke partial layer 10b can be contacted rather than a throat height zero position. Therefore, according to the gestalt of this operation, in the lower magnetic pole layer 10, the cross section of a magnetic path cannot decrease rapidly, and the saturation of the magnetic flux in the middle of being a magnetic path can be prevented. Consequently, according to the gestalt of this operation, it becomes possible to use efficiently for record the magnetomotive force generated with the thin film coils 15 and 20.

[0090] Moreover, with the gestalt of this operation, the 1st layer portion 15 of a thin film coil is arranged to the side of magnetic pole partial layer 17a of the up magnetic pole layer 17, and is formed on the flat record gap layer 14. Therefore, according to the gestalt of this operation, it becomes possible to form the 1st layer portion 15 with a sufficient precision minutely. Furthermore, with the gestalt of this operation, flattening of the upper surface of the wrap coil insulation layer 19 is carried out for the 1st layer portion 15 with the upper surface of magnetic pole partial layer 17a, and the 2nd layer portion 20 of a thin film coil is formed on this flat coil insulation layer 19. Therefore, according to the gestalt of this operation, it becomes possible to also form the 2nd layer portion 20 with a sufficient precision minutely. Moreover, according to the gestalt of this operation, the edge of the 1st layer portion 15 of a thin film coil can be arranged near the edge of an opposite side in the pneumatic bearing side 30 of magnetic pole partial layer 17a.

[0091] According to the gestalt of this operation from these things, compared with the former, it becomes reducible [magnetic-path length]. Furthermore, it can prevent that the magnetomotive force generated with the thin film coils 15 and 20 is saturated on the way, and the magnetomotive force generated with the thin film coils 15 and 20 can be efficiently used for record. Therefore, according to the gestalt of this operation, it becomes possible to offer the thin film magnetic head which was excellent in the over-writing property which are the RF property of a recording head, a nonlinear transition shift (Non-linear Transition Shift; NLTS), and a property in the case of carrying out overwrite.

[0092] With reference to [the gestalt of the 2nd operation] next drawing 10, or drawing 14, the thin film magnetic head concerning the gestalt of operation of the 2nd of this invention and its manufacture method are explained. In addition, in drawing 10 or drawing 14, (a) shows a cross section perpendicular to a pneumatic bearing side, and (b) shows the cross section parallel to the pneumatic bearing side of a magnetic pole portion.

[0093] The thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation is the example which constitutes a thin film coil from one layer, and specified throat height by the up magnetic pole layer side. The process which forms the up shield gap film 7 by the manufacture method of the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation is the same as the gestalt of the 1st operation.

[0094] In the gestalt of this operation next, as shown in drawing 10, the up shield layer 8 for the reproducing heads which consists of a magnetic material, for example, a permalloy, is alternatively formed by the thickness of 1.0 micrometers on the up shield gap film 7. Next, it grinds until it forms in the thickness of about 2-3 micrometers the insulating layer 34 which consists of an alumina, for example, the up shield layer 8 is exposed to the whole with

CMP, and flattening processing of the front face is carried out.

[0095] Next, the insulator layer 9 which consists of an alumina in order to insulate the reproducing head and a recording head magnetically is formed on the up shield layer 8 and an insulating layer 34 at the thickness of 0.1–0.2 micrometers.

[0096] Next, yoke partial layer 40b which becomes a yoke portion in the lower magnetic pole layer 40 for recording heads by the magnetic material is alternatively formed by the thickness of 1.5 micrometers on an insulator layer 9. In addition, the lower magnetic pole layer 40 consists of this yoke partial layer 40b, and magnetic pole partial layer 40a and connection slice 40c which are mentioned later. The edge by the side of the pneumatic bearing side 30 of yoke partial layer 40b is arranged in the position distant from the pneumatic bearing side 30. The material and the formation method of yoke partial layer 40b are the same as that of yoke partial layer 10b in the gestalt of the 1st operation.

[0097] Next, it grinds until it forms in the thickness of about 2–3 micrometers the insulating layer which consists of an alumina, for example, yoke partial layer 40b is exposed to the whole with CMP, and flattening processing of the front face is carried out. Thereby, as shown in drawing 10, in the portion from the edge by the side of the pneumatic bearing side 30 of yoke partial layer 40b to the pneumatic bearing side 30, an insulating layer 41 is formed on an insulator layer 9.

[0098] Next, while forming magnetic pole partial layer 40a of the lower magnetic pole layer 40 on an insulating layer 41 and yoke partial layer 40b, connection slice 40c is formed on yoke partial layer 40b. Magnetic pole partial layer 40a contains the magnetic pole portion in the lower magnetic pole layer 40. Connection slice 40c is arranged in the position near the center of the thin film coil mentioned later. Thickness of magnetic pole partial layer 40a and connection slice 40c is set to 1.0 micrometers.

[0099] The material and the formation method of magnetic pole partial layer 40a of the lower magnetic pole layer 40 and connection slice 40c are the same as that of magnetic pole partial layer 10a of the lower magnetic pole layer 10 and connection slice 10c in the gestalt of the 1st operation.

[0100] Next, it grinds until it forms in the thickness of about 2–3 micrometers the insulating layer 43 which consists of an alumina, for example, magnetic pole partial layer 40a and connection slice 40c are exposed to the whole with CMP, and flattening processing of the front face is carried out.

[0101] Next, the record gap layer 44 which becomes the whole from an insulating material is formed in the thickness of 0.1–0.15 micrometers. The material and the formation method of the record gap layer 44 are the same as that of the record gap layer 14 in the gestalt of the 1st operation.

[0102] Next, for magnetic-path formation, in the position near the center of the thin film coil mentioned later, the record gap layer 44 is ~~*****~~ partially and contact hole 44A is formed.

[0103] Next, as shown in drawing 11, the thin film coil 45 which consists of copper is formed by the frame galvanizing method on the record gap layer 44 by the thickness of 1.0–2.0 micrometers, and the 1.2–2.0-micrometer coil pitch. The thin film coil 45 is formed so that it may be wound focusing on connection slice 40c. In addition, sign 45a shows among drawing the connection for connecting with the lead layer 50 which mentions the thin film coil 45 later. Next, a photoresist layer 46 is formed so that the thin film coil 45 may be enclosed.

[0104] Next, as shown in drawing 12, in the position near [by the side of the pneumatic bearing side 30 of the record gap layer 44] the edge, magnetic pole partial layer 47a containing the magnetic pole portion in the up magnetic pole layer 47 is formed on the record gap layer 44. At this time, simultaneously, connection slice 47c is formed on contact hole 44A, and the connection layer 48 is formed on connection 45a in the thin film coil 45. Magnetic pole partial layer 47a, connection slice 47c, and the connection layer 48 are formed by the same magnetic material, and set thickness to 3 micrometers.

[0105] Connection slice 47c is connected to connection slice 40c of the lower magnetic pole layer 40. The up magnetic pole layer 47 consists of magnetic pole partial layer 47a and connection slice 47c, and yoke partial layer 47b mentioned later.

[0106] The material and the formation method of magnetic pole partial layer 47a, connection slice 47c, and the connection layer 48 are the same as that of magnetic pole partial layer 17a in the gestalt of the 1st operation, connection slice 17c, and the connection layer 18.

[0107] With the gestalt of this operation, it is formed on a photoresist layer 46 near [a part of] the edge of an opposite side in the pneumatic bearing side 30 in magnetic pole partial layer 47a. Moreover, the edge by the side of the pneumatic bearing side 30 of a photoresist layer 46 specifies throat height. Therefore, with the gestalt of this operation, a part of photoresist layer 46 arranged between magnetic pole partial layer 47a and the record gap layer 44 turns into an insulating layer for a throat height convention. Moreover, the portion which contains the insulating layer for a throat height convention in magnetic pole partial layer 47a serves as an insulating-layer stowage.

[0108] Next, in the circumference of magnetic pole partial layer 47a, the record gap layer 44 is alternatively ~~*****~~ by dry etching by using magnetic pole partial layer 47a as a mask. Next, in the circumference of magnetic pole partial layer 47a, it considers as trim structure as ~~*****~~ about about 0.3–0.6 micrometers alternatively and showed magnetic pole partial layer 40a of the lower magnetic pole layer 40 to drawing 12 (b) by the ion milling using argon system gas by using magnetic pole partial layer 47a as a mask. In addition, you may make equal the width of face of magnetic pole partial layer 47a and the width of face of magnetic pole partial layer 40a in the pneumatic bearing side 30 over the whole thickness direction. In this case, in the circumference of magnetic pole partial layer 47a, magnetic pole partial layer 47a is used as a mask, and you may ~~*****~~ the record gap layer 44 and magnetic pole partial layer 40a, and may ~~*****~~ magnetic pole partial layer 47a, the record gap

layer 44, and magnetic pole partial layer 40a by using as a mask the mask layer formed on magnetic pole partial layer 47a.

[0109] Next, as shown in drawing 13, the coil insulation layer 49 which consists of an alumina is formed in the whole at the thickness of about 3-4 micrometers. Next, for example by CMP, the coil insulation layer 49 is ground and flattening processing of the front face is carried out until magnetic pole partial layer 47a, connection slice 47c, and the connection layer 48 are exposed.

[0110] Next, yoke partial layer 47b used as the yoke portion of the up magnetic pole layer 47 is formed at the thickness of 2.0-3.0 micrometers on magnetic pole partial layer 47a, the coil insulation layer 49, and connection slice 47c. At this time, the lead layer 50 connected to the connection layer 48 is simultaneously formed on the coil insulation layer 49 at the thickness of 2.0-3.0 micrometers. The material and the formation method of yoke partial layer 47b and the lead layer 50 are the same as that of yoke partial layer 17b in the gestalt of the 1st operation. Moreover, the edge by the side of the pneumatic bearing side 30 of yoke partial layer 47b is arranged in the position distant from the pneumatic bearing side 30.

[0111] Next, as shown in drawing 14, the overcoat layer 52 which consists of an alumina is formed in the thickness of 20-40 micrometers, flattening of the front face is carried out to the whole, and the pad for electrodes which is not illustrated is formed on it. Finally polish processing of the slider containing above-mentioned each class is performed, the pneumatic bearing side 30 of the thin film magnetic head containing a recording head and the reproducing head is formed, and the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation is completed.

[0112] With the gestalt of this operation, the lower magnetic pole layer 40 is equivalent to the 1st magnetic layer in this invention, and the up magnetic pole layer 47 is equivalent to the 2nd magnetic layer in this invention.

[0113] With the gestalt of this operation, while arranging the thin film coil 45 to the side of magnetic pole partial layer 47a of the up magnetic pole layer 47, flattening of the upper surface of the wrap coil insulation layer 49 is carried out for the thin film coil 45 with the upper surface of magnetic pole partial layer 47a, and yoke partial layer 47b of the up magnetic pole layer 47 is formed on this flat coil insulation layer 49. Therefore, according to the gestalt of this operation, it becomes possible to form yoke partial layer 47b with a sufficient precision.

[0114] The composition of others in the gestalt of this operation, the operation, and the effect are the same as the gestalt of the 1st operation.

[0115] With reference to [the gestalt of the 3rd operation] next drawing 15, or drawing 18, the thin film magnetic head concerning the gestalt of operation of the 3rd of this invention and its manufacture method are explained. In addition, in drawing 15 or drawing 18, (a) shows a cross section perpendicular to a pneumatic bearing side, and (b) shows the cross section parallel to the pneumatic bearing side of a magnetic pole portion.

[0116] The thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation is the example which constitutes a thin film coil from one layer, and specified throat height by the up magnetic pole layer side like the gestalt of the 2nd operation. The process which forms the record gap layer 44 and forms contact hole 44A in this record gap layer 44 by the manufacture method of the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation is the same as the gestalt of the 2nd operation.

[0117] With the gestalt of this operation next, as shown in drawing 15, the insulating layer 66 which is missing from the position near the contact hole 44A from the position which only a predetermined distance separated from the pneumatic bearing side 30 on the record gap layer 44, for example, consists of an alumina is formed in the thickness of 0.8 micrometers.

[0118] Next, sputtering of the high saturation-magnetic-flux-density material, such as FeN and FeCo, is carried out to the whole, and patterning-ed film 67p is formed in it at the thickness of 1.5-2.0 micrometers. Next, the mask layers 68a and 68b of a predetermined pattern are formed by insulating materials, such as an alumina, on this patterning-ed film 67p at the thickness of 1.0 micrometers. Mask layer 68a is formed on the portion used as magnetic pole partial layer 67a later mentioned among patterning-ed film 67p, and mask layer 68b is formed on the portion located on contact hole 44A among patterning-ed film 67p. On for example, an alumina layer, the mask layers 68a and 68b form the metal layer by which patterning was carried out, and are formed by *****ing an alumina layer by RIE by using this metal layer as a mask.

[0119] Next, patterning-ed film 67p and an insulating layer 66 are *****ed by RIE by using the mask layers 68a and 68b as a mask. By this, patterning of the patterning-ed film 67p is carried out, magnetic pole partial layer 67a containing the magnetic pole portion of the up magnetic pole layer 67 and connection slice 67c connected to the lower magnetic pole layer 40 are formed, patterning of the insulating layer 66 is carried out, and it is set to insulating-layer 66a for a throat height convention. Moreover, the portion which contains insulating-layer 66a for a throat height convention in magnetic pole partial layer 67a serves as an insulating-layer stowage. The up magnetic pole layer 67 consists of magnetic pole partial layer 67a and connection slice 67c, and yoke partial layer 67b mentioned later.

[0120] Next, in the circumference of magnetic pole partial layer 67a, trim structure as *****s and showed magnetic pole partial layer 40a of the record gap layer 44 and the lower magnetic pole layer 40 to drawing 15 (b) is formed by RIE by using mask layer 68a as a mask.

[0121] Next, as shown in drawing 16, the thin film coil 69 which consists of copper is formed by the frame galvanizing method on the record gap layer 44 by the thickness of 1.0-2.0 micrometers, and the 1.2-2.0-micrometer coil pitch. The thin film coil 69 is formed so that it may be wound focusing on connection slice 68c. In addition, sign 69a shows among drawing the connection for connecting with the lead layer 72 which mentions the thin film coil 69 later. Next, a photoresist layer 70 is formed so that the thin film coil 69 may be enclosed.

[0122] Next, as shown in drawing 17, the coil insulation layer 71 which consists of an alumina is formed in the whole at the thickness of about 3-4 micrometers. Next, for example by CMP, the coil insulation layer 71 is ground and flattening processing of the front face is carried out until magnetic pole partial layer 67a and connection slice 67c are exposed. Next, in the portion on connection 69a of the thin film coil 69, the coil insulation layer 71 is *****ed partially, and a contact hole is formed.

[0123] Next, yoke partial layer 67b used as the yoke portion of the up magnetic pole layer 67 is formed at the thickness of 2.0-3.0 micrometers on magnetic pole partial layer 67a, the coil insulation layer 71, and connection slice 67c. At this time, the lead layer 72 connected to thin film coil 69 connection 69a is simultaneously formed on the coil insulation layer 71 at the thickness of 2.0-3.0 micrometers. The material and the formation method of yoke partial layer 67b and the lead layer 72 are the same as that of yoke partial layer 17b in the gestalt of the 1st operation. Moreover, the edge by the side of the pneumatic bearing side 30 of yoke partial layer 67b is arranged in the position distant from the pneumatic bearing side 30.

[0124] Next, as shown in drawing 18, the overcoat layer 73 which consists of an alumina is formed in the thickness of 20-40 micrometers, flattening of the front face is carried out to the whole, and the pad for electrodes which is not illustrated is formed on it. Finally polish processing of the slider containing above-mentioned each class is performed, the pneumatic bearing side 30 of the thin film magnetic head containing a recording head and the reproducing head is formed, and the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation is completed.

[0125] With the gestalt of this operation, the up magnetic pole layer 67 is equivalent to the 2nd magnetic layer in this invention.

[0126] In addition, you may make it ***** by the focused ion beam in the gestalt of this operation instead of *****ing magnetic pole partial layer 40a of magnetic pole partial layer 67a of the up magnetic pole layer 67, the record gap layer 44, and the lower magnetic pole layer 40 by RIE.

[0127] The composition of others in the gestalt of this operation, the operation, and the effect are the same as the gestalt of the 2nd operation.

[0128] With reference to [the gestalt of the 4th operation] next drawing 19, or drawing 25, the thin film magnetic head concerning the gestalt of operation of the 4th of this invention and its manufacture method are explained. In addition, in drawing 19 or drawing 25, (a) shows a cross section perpendicular to a pneumatic bearing side, and (b) shows the cross section parallel to the pneumatic bearing side of a magnetic pole portion.

[0129] The process which forms an insulator layer 9 by the manufacture method of the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation is the same as the gestalt of the 1st operation.

[0130] In the gestalt of this operation next, as shown in drawing 19, yoke partial layer 80b which becomes a yoke portion in the lower magnetic pole layer 80 for recording heads by the magnetic material is alternatively formed by the thickness of 1.0-1.5 micrometers on an insulator layer 9. In addition, the lower magnetic pole layer 80 consists of this yoke partial layer 80b, and magnetic pole partial layer 80a and connection slice 80c which are mentioned later. The edge by the side of the pneumatic bearing side 30 of yoke partial layer 80b is arranged in the position distant from the pneumatic bearing side 30. The material and the formation method of yoke partial layer 80b are the same as that of yoke partial layer 80b in the gestalt of the 1st operation.

[0131] Next, it grinds until it forms in the thickness of about 2-3 micrometers the insulating layer which consists of an alumina, for example, yoke partial layer 80b is exposed to the whole with CMP, and flattening processing of the front face is carried out. Thereby, as shown in drawing 19, in the portion from the edge by the side of the pneumatic bearing side 30 of yoke partial layer 80b to the pneumatic bearing side 30, an insulating layer 81 is formed on an insulator layer 9. Moreover, an insulating layer 32 is formed in other portions on an insulator layer 9.

[0132] Next, as shown in drawing 20, while forming magnetic pole partial layer 80a of the lower magnetic pole layer 80 on an insulating layer 81 and yoke partial layer 80b, connection slice 80c is formed on yoke partial layer 80b. Magnetic pole partial layer 80a contains the magnetic pole portion in the lower magnetic pole layer 80. Connection slice 80c is arranged in the position near the center of the thin film coil mentioned later. Thickness of magnetic pole partial layer 80a and connection slice 80c is set to 1.0-1.5 micrometers. The material and the formation method of magnetic pole partial layer 80a and connection slice 80c are the same as that of magnetic pole partial layer 10a and connection slice 10c in the gestalt of the 1st operation.

[0133] Next, only 0.3-0.6 micrometers *****s the portion of an opposite side by ion milling etc. in the pneumatic bearing side 30 from a desired throat height zero position among the upper surfaces of magnetic pole partial layer 80a. The insulating layer stowage 82 which contains by this the insulating layer for a throat height convention for specifying the throat height later mentioned into the portion of an opposite side in a throat height zero position to the pneumatic bearing side 30 in magnetic pole partial layer 80a is formed.

[0134] Next, as shown in drawing 21, the insulator layer 83 which consists of an alumina is formed in the whole at the thickness of about 0.3-0.5 micrometers.

[0135] Next, the 1st layer portion 84 of the thin film coil which consists of copper is formed by the frame galvanizing method on an insulator layer 83 at the thickness of 0.8-1.0 micrometers. The 1st layer portion 84 of a thin film coil is formed so that it may be wound focusing on connection slice 80c. In addition, sign 84a shows among drawing the connection for connecting with the 2nd layer portion 88 which mentions the 1st layer portion 84 of a thin film coil later. Next, a photoresist layer 85 is formed so that the 1st layer portion 84 of a thin film coil may be enclosed.

[0136] Next, as shown in drawing 22, the coil insulation layer 86 which consists of an alumina is formed in the whole at the thickness of about 3-4 micrometers. Next, for example by CMP, the coil insulation layer 86 is ground and flattening processing of the front face is carried out until magnetic pole partial layer 80a of the lower magnetic pole

layer 80 and connection slice 80c are exposed. Although drawing 22 has not exposed the 1st layer portion 84 of a thin film coil, you may make it the 1st layer portion 84 expose it here. The portion contained by the insulating-layer stowage 82 among the coil insulation layers 86 serves as an insulating layer for a throat height convention.

[0137] Next, the record gap layer 87 which becomes the whole from an insulating material is formed in the thickness of 0.1–0.15 micrometers. The material and the formation method of the record gap layer 87 are the same as that of the record gap layer 14 in the gestalt of the 1st operation.

[0138] Next, in the position on connection slice 80c and connection 84a, the record gap layer 87 is *****ed partially and a contact hole is formed.

[0139] Next, as shown in drawing 23, the 2nd layer portion 88 of the thin film coil which consists of copper is formed by the frame galvanizing method on the record gap layer 87 at the thickness of 0.8–1.0 micrometers. The 2nd layer portion 88 of a thin film coil is formed so that it may be wound focusing on connection slice 80c. In addition, sign 88a shows the connection for connecting the 2nd layer portion 88 of a thin film coil to the 1st layer portion 84 among drawing. Next, a photoresist layer 89 is formed so that the 2nd layer portion 88 of a thin film coil may be enclosed.

[0140] Next, in the position near [by the side of the pneumatic bearing side 30 of the record gap layer 87] the edge, magnetic pole partial layer 90a containing the magnetic pole portion in the up magnetic pole layer 90 is formed on the record gap layer 87. At this time, connection slice 90c is simultaneously formed on connection slice 80c of the lower magnetic pole layer 80. Magnetic pole partial layer 90a and connection slice 90c are formed by the same magnetic material, and thickness is set to 2–3 micrometers. The up magnetic pole layer 90 consists of magnetic pole partial layer 90a and connection slice 90c, and yoke partial layer 90b mentioned later.

[0141] The material and the formation method of magnetic pole partial layer 90a and connection slice 90c are the same as that of magnetic pole partial layer 17a and connection slice 17c in the gestalt of the 1st operation.

[0142] Next, in the circumference of magnetic pole partial layer 90a, the record gap layer 87 is alternatively *****ed by dry etching by using magnetic pole partial layer 90a as a mask. Next, in the circumference of magnetic pole partial layer 90a, it considers as trim structure as *****s about about 0.3–0.6 micrometers alternatively and, showed magnetic pole partial layer 80a of the lower magnetic pole layer 80 to drawing 23 (b) by thin ion milling using argon system gas by using magnetic pole partial layer 90a as a mask. In addition, you may make equal the width of face of magnetic pole partial layer 90a and the width of face of magnetic pole partial layer 80a in the pneumatic bearing side 30 over the whole thickness direction. In this case, in the circumference of magnetic pole partial layer 90a, magnetic pole partial layer 90a is used as a mask, and you may ***** the record gap layer 87 and magnetic pole partial layer 80a, and may ***** magnetic pole partial layer 90a, the record gap layer 87, and magnetic pole partial layer 80a by using as a mask the mask layer formed on magnetic pole partial layer 90a.

[0143] Next, as shown in drawing 24, the coil insulation layer 91 which consists of an alumina is formed in the whole at the thickness of about 3–4 micrometers. Next, for example by CMP, the coil insulation layer 91 is ground and flattening processing of the front face is carried out until magnetic pole partial layer 90a and connection slice 90c are exposed.

[0144] Next, as shown in drawing 25, yoke partial layer 90b used as the yoke portion of the up magnetic pole layer 90 is formed at the thickness of 2.0–3.0 micrometers on magnetic pole partial layer 90a, the coil insulation layer 91, and connection slice 90c. The edge by the side of the pneumatic bearing side 30 of yoke partial layer 90b is arranged in the position distant from the pneumatic bearing side 30. The material and the formation method of yoke partial layer 90b are the same as that of yoke partial layer 17b in the gestalt of the 1st operation.

[0145] Next, the overcoat layer 92 which consists of an alumina is formed in the thickness of 20–40 micrometers, flattening of the front face is carried out to the whole, and the pad for electrodes which is not illustrated is formed on it. Finally polish processing of the slider containing above-mentioned each class is performed, the pneumatic bearing side 30 of the thin film magnetic head containing a recording head and the reproducing head is formed, and the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation is completed.

[0146] With the gestalt of this operation, the lower magnetic pole layer 80 is equivalent to the 1st magnetic layer in this invention, and the up magnetic pole layer 90 is equivalent to the 2nd magnetic layer in this invention.

[0147] With the gestalt of this operation, the 1st layer portion 84 of a thin film coil is arranged to the side of magnetic pole partial layer 80a of the lower magnetic pole layer 80, and is formed on the flat insulator layer 83. Therefore, according to the gestalt of this operation, it becomes possible to form the 1st layer portion 84 with a sufficient precision minutely. Moreover, according to the gestalt of this operation, the edge of the 1st layer portion 84 of a thin film coil can be arranged near the edge of an opposite side in the pneumatic bearing side 30 of magnetic pole partial layer 80a.

[0148] With the gestalt of this operation, the 1st layer portion 84 of a thin film coil is arranged to the side of magnetic pole partial layer 80a of the lower magnetic pole layer 80. Flattening of the upper surface of the wrap coil insulation layer 86 is carried out for the 1st layer portion 84 of a thin film coil with the upper surface of magnetic pole partial layer 80a of the lower magnetic pole layer 80, and the 2nd layer portion 88 of a thin film coil is formed through the record gap layer 87 on this film by which flattening was carried out. Therefore, according to the gestalt of this operation, it becomes possible to also form the 2nd layer portion 88 with a sufficient precision minutely. Moreover, according to the gestalt of this operation, the edge of the 2nd layer portion 88 of a thin film coil can be arranged near the edge of an opposite side in the pneumatic bearing side 30 of magnetic pole partial layer 90a of the up magnetic pole layer 90.

[0149] According to the gestalt of this operation, it becomes reducible [the magnetic-path length in a recording head] from the above thing.

[0150] Moreover, since each of magnetic pole partial layer 90a of the up magnetic pole layer 90 and yoke partial layer 90b is formed on the field by which flattening was carried out according to the gestalt of this operation, it becomes possible to form minutely magnetic pole partial layer 90a and yoke partial layer 90b with a sufficient precision.

[0151] The composition of others in the gestalt of this operation, the operation, and the effect are the same as the gestalt of the 1st operation.

[0152] this invention is not limited to the gestalt of each above-mentioned implementation, but various change is possible for it. the gestalt of each above-mentioned implementation for example, — a base side — reading — MR element of business — forming — the induction type for writing to a it top — electromagnetism — although the thin film magnetic head of the structure which carried out the laminating of the sensing element was explained, you may make this built-up sequence reverse

[0153] that is, a base side — writing in — the induction type of business — electromagnetism — a sensing element may be formed and MR element for reading may be formed on it Such structure is realizable by forming in a base side by using as a lower magnetic pole layer the magnetic film which has the function of the up magnetic pole layer shown in the gestalt of the above-mentioned implementation for example, and forming the magnetic film which has the function of the lower magnetic pole layer it was indicated to the gestalt of the above-mentioned implementation that countered it as an up magnetic pole layer through a record gap film.

[0154] moreover, this invention — an induction type — electromagnetism — the thin film magnetic head equipped only with the sensing element only for records, and an induction type — electromagnetism — it is applicable also to the thin film magnetic head which performs record and reproduction by the sensing element

[0155] At the time of the invention, the effect of becoming possible to form the magnetic pole portion of a sensing element with a sufficient precision is done so.

[Effect of the invention] As explained above, according to the manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 1 to 8 or the thin film magnetic head according to claim 9 to 16 Since it is arranged in the position where the 1st magnetic layer and 2nd magnetic layer have [both] a magnetic pole partial layer and a yoke partial layer, and the edge by the side of the medium opposed face of each yoke partial layer separated from the medium opposed face forming two magnetic pole partial layers with a sufficient precision — possible — thereby — an induction type — electromagnetism — the effect of becoming possible to form the magnetic pole portion of a sensing element with a sufficient precision is done so. Moreover, since the edge by the side of the medium opposed face of each yoke partial layer is arranged in the position distant from the medium opposed face according to this invention, the effect that the writing of the data to fields other than the field which should be recorded can be prevented is done so.

[0156] Moreover, according to the manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 5 or 6 or the thin film magnetic head according to claim 13 or 14, since some thin film coils [at least] have been arranged to the side of the 1st magnetic pole partial layer, some [at least] edges of a thin film coil can be arranged near the edge of the 1st magnetic pole partial layer, consequently the effect that reduction of magnetic-path length is attained is done so.

[0157] Moreover, according to the manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 6 or the thin film magnetic head according to claim 14 Since the coil insulation layer to which some thin film coils [at least] arranged in the side of the 1st magnetic pole partial layer were covered, and flattening of the field by the side of a gap layer was carried out with the field by the side of the gap layer in the 1st magnetic pole partial layer was prepared The effect of becoming possible to form the layer which adjoins a coil insulation layer with a sufficient precision is done so.

[0158] Moreover, according to the manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 7 or 8 or the thin film magnetic head according to claim 15 or 16, since some thin film coils [at least] have been arranged to the side of the 2nd magnetic pole partial layer, some [at least] edges of a thin film coil can be arranged near the edge of the 2nd magnetic pole partial layer, consequently the effect that reduction of magnetic-path length is attained is done so.

[0159] Moreover, according to the manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 8 or the thin film magnetic head according to claim 16 Since the coil insulation layer to which some thin film coils [at least] arranged in the side of the 2nd magnetic pole partial layer were covered, and flattening of the field by the side of the 2nd yoke partial layer was carried out with the field by the side of the 2nd yoke partial layer in the 2nd magnetic pole partial layer was prepared The effect of becoming possible to form the layer which adjoins a coil insulation layer with a sufficient precision is done so.

[0160] Moreover, according to the manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 17 to 22 or the thin film magnetic head according to claim 23 to 28 Since it is arranged in the position where the 1st magnetic layer has a magnetic pole partial layer and a yoke partial layer, and the edge by the side of the medium opposed face of a yoke partial layer separated from the medium opposed face The effect of it being possible to form the magnetic pole partial layer of the 1st magnetic layer with a sufficient precision, and becoming possible to form a magnetic pole portion with a sufficient precision by this is done so. Moreover, since the edge by the side of the medium opposed face of a yoke partial layer is arranged in the position distant from the medium opposed face according to this invention, the effect that the writing of the data to fields other than the field which should be recorded can be prevented is done so. Moreover, according to this invention, by arranging the edge by the side of

the medium opposed face of a yoke partial layer in the position distant from the medium opposed face, between the magnetic pole portion of a recording head and the magnetic resistance elements of the reproducing head can be separated magnetically, and the effect that the noise and change which originate in record operation of a recording head and are generated in the regenerative signal in the reproducing head can be reduced is done so.

[0161] Moreover, according to the manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 21 or 22 or the thin film magnetic head according to claim 27 or 28, since some thin film coils [at least] have been arranged to the side of a magnetic pole partial layer, some [at least] edges of a thin film coil can be arranged near the edge of a magnetic pole partial layer, consequently the effect that reduction of magnetic-path length is attained is done so.

[0162] Moreover, according to the manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 22 or the thin film magnetic head according to claim 28 Since the coil insulation layer to which some thin film coils [at least] arranged in the side of a magnetic pole partial layer were covered, and flattening of the field by the side of a gap layer was carried out with the field by the side of the gap layer in the 1st magnetic pole partial layer was prepared The effect of becoming possible to form the layer which adjoins a coil insulation layer with a sufficient precision is done so.

[Translation done.]

